

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

№103, Ноябрь 2023  
(Часть 8)



Самара, 2023

T33

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №103, Ноябрь 2023 (Часть 8) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023 - 248 с.**

**doi:** 10.18411/trnio-11-2023-p8

**Тенденции развития науки и образования** - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»  
© Университет дополнительного  
профессионального образования

УДК 001.1  
ББК 60

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Черноятов Александр Михайлович**

Кандидат экономических наук, Профессор

**Царегородцев Евгений Леонидович**

Кандидат технических наук, доцент

**Пивоваров Александр Анатольевич**

Кандидат педагогических наук

**Малышкина Елена Владимировна**

Кандидат исторических наук

**Ильященко Дмитрий Павлович**

Кандидат технических наук

**Дробот Павел Николаевич**

Кандидат физико-математических наук, Доцент

**Божко Леся Михайловна**

Доктор экономических наук, Доцент

**Бегидова Светлана Николаевна**

Доктор педагогических наук, Профессор

**Андреева Ольга Николаевна**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Абасова Самира Гусейн кызы**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Попова Наталья Владимировна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ханбабаева Ольга Евгеньевна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

**Вражнов Алексей Сергеевич**

Кандидат юридических наук

**Ерыгина Анна Владимировна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Чебыкина Ольга Альбертовна**

Кандидат психологических наук

**Левченко Виктория Викторовна**

Кандидат педагогических наук

**Петраш Елена Вадимовна**

Кандидат культурологии

**Романенко Елена Александровна**

Кандидат юридических наук, Доцент

**Мирошин Дмитрий Григорьевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ефременко Евгений Сергеевич**

Кандидат медицинских наук, Доцент

**Шалагинова Ксения Сергеевна**

Кандидат психологических наук, Доцент

**Катермина Вероника Викторовна**

Доктор филологических наук, Профессор

**Полицинский Евгений Валериевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Жичкин Кирилл Александрович**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Пузыня Татьяна Алексеевна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Ларионов Максим Викторович**

Доктор биологических наук, Доцент

**Афанасьева Татьяна Гавриловна**

Доктор фармацевтических наук, Доцент

**Байрамова Айгюн Сеймур кызы**

Доктор философии по техническим наукам

**Лыгин Сергей Александрович**

Кандидат химических наук, Доцент

**Заломнова Светлана Петровна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Радкевич Михаил Михайлович**

Доктор технических наук, Профессор

**Гуткевич Елена Владимировна**

Доктор медицинских наук

**Матвеев Роман Сталинарьевич**

Доктор медицинских наук, Доцент

**Аирапов Баходурджон Пулотович**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Шамутдинов Айдар Харисович**

Кандидат технических наук, Профессор

**Найденов Николай Дмитриевич**

Доктор экономических наук, Профессор

**Романова Ирина Валентиновна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Хачатурова Карине Робертовна**

Кандидат педагогических наук

**Кадим Мундер Мулла**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Григорьев Михаил Федосеевич**

Кандидат сельскохозяйственных наук

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ XXXI. СТРОИТЕЛЬСТВО</b> .....	8
<b>Балданова А.Б., Кауров А.И.</b> Исследование эффективности применения несущих железобетонных конструкций с термомеханически упрочненной арматурной сталью класса Ас500С повышенной хладостойкости (на примере г. Нерюнгри Республики Саха (Якутия) ...	8
<b>Бердник А.А., Гулякин Д.В.</b> «Интеллектуальное» здание (информационная модель здания) .....	12
<b>Бульдева Ю.С.</b> Развитие программ энергоэффективного капитального ремонта, как фактор влияющий на развитие регионов .....	15
<b>Габрилян М.Н., Гулякин Д.В.</b> Значение информационных технологий в строительстве .....	19
<b>Гладышева М.В.</b> Типизация и стандартизация в русском градостроительстве XVIII – XIX в.) .....	22
<b>Гоменко Н.Д., Гулякин Д.В.</b> Мультимедийные технологии в строительной сфере .....	25
<b>Губаренко И.А., Гулякин Д.В.</b> Мониторинг и интегрированные системы безопасности строительных объектов .....	27
<b>Гученко В.Р., Гулякин Д.В.</b> Использование информационных технологий в управлении персоналом .....	30
<b>Корюкова Ю.Д.</b> Реновация и редевелопмент жилищного фонда как факторы качественного развития городов .....	33
<b>Кузнецова П.А., Гулякин Д.В.</b> Информационно-технологическое обеспечение бизнеса строительства .....	36
<b>Лазаренко Д.Ю., Кононенко В.В.</b> Экскаваторы-погрузчики: функции и характеристики. Сравнение по основным характеристикам экскаваторов-погрузчиков MST M544 и UMG TLB-935 .....	39
<b>Миронова Е.А.</b> Особенности проектирования универсального спортивного комплекса в сельской местности Республики Бурятия .....	42
<b>Осовский А.М.</b> Обзор металлических гофрированных конструкций: применения, преимущества и недостатки .....	46
<b>Осовский А.М.</b> Обследование металлической гофрированной оболочки при реконструкции автомобильной дороги .....	50
<b>Панченко Н.М.</b> К вопросу повышения эффективности функционирования строительных процессов при производстве земляных работ .....	52
<b>Панькин М.И.</b> Проблемы цифровизации строительства в Российской Федерации .....	55
<b>Соколов Н.С.</b> Буроинъекционные сваи при ликвидации аварийной ситуации .....	58
<b>Соколов Н.С.</b> Использование слабых оснований .....	64
<b>Соколов Н.С.</b> Критерии надежной эксплуатации подпорных стен .....	68
<b>Соколов Н.С.</b> Неравномерные деформации жестких объектов с повышенными нагрузками на основания .....	73
<b>Соколов Н.С.</b> Основание повышенной несущей способности .....	78
<b>Соколов Н.С.</b> Противооползневая подпорная стена .....	84
<b>Соколов Н.С.</b> Технология усиления оснований .....	89
<b>Соколов Н.С.</b> Увеличение несущей способности буровых свай .....	98

<b>Соколов Н.С.</b> Увеличение несущей способности основания.....	101
<b>Соколов Н.С.</b> Электрогидравлическая технология изготовления буровых свай .....	105
<b>Соколов Н.С.</b> Электроразрядная технология ЭРТ при усилении основания объекта.....	109
<b>Тарасенко М.С.</b> История и архитектура мостов Франции эпохи Возрождения .....	115
<b>Филатова А.В., Константинова А.В.</b> Цели и особенности проведения маркшейдерских работ .....	118
<b>Фурса Е.Д., Гулякин Д.В.</b> Современные программные комплексы используемые в архитектурной и строительной деятельности .....	121
<b>Чернов С.В.</b> Особенности организации строительного контроля подрядных организаций .	124
<b>Шелехова А.И., Чириков А.В., Мишарин Р.Е.</b> Управление микроклиматом в частном доме .....	127
<b>Янгель Д.А., Гулякин Д.В.</b> Сравнительный анализ САД-систем.....	129
<b>РАЗДЕЛ XXXII. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.....</b>	<b>133</b>
<b>Инютин Н.В., Филатова А.А.</b> Разработка программного продукта «Telegram-бот для поиска GIF-изображений» .....	133
<b>Васильева Т.Г., Филимоненков М.Х., Лукьянчик В.Н., Сарафанников В.С.</b> Квантовые технологии – новый век вычислений и безопасности.....	135
<b>Вдович С.А.</b> Проектирование системы управления товарными запасами на платформе «1С:Предприятие 8.3» .....	138
<b>Зарецкая М.С., Сонькина Е.К., Белаш В.Ю.</b> Телеграмм-боты в сфере туризма .....	141
<b>Золотарев Д.А.</b> Сравнительный анализ Apache Activemq Artemis и Rabbitmq .....	143
<b>Казнин А.А.</b> Смарт-контракты и их программирование с помощью языка Solidity.....	147
<b>Карпов Д.К.</b> Проверка текстовых заданий с помощью больших языковых моделей.....	150
<b>Кольева Н.С., Шемакин В.В.</b> Интеграция веб-программирования и дополненной реальности для усовершенствования пользовательских интерфейсов.....	156
<b>Коновалов Г.Г.</b> Создание сервиса сокращения ссылок на языке Java с использованием фреймворка Spring 5 .....	159
<b>Коновалов Г.Г.</b> Эволюция аспектно-ориентированного программирования: основные тенденции и направления развития.....	161
<b>Криво Н.И., Криво К.Д., Багдасарян Д.А.</b> Российский рынок CRM-систем в условиях импортозамещения .....	165
<b>Курбатов Г.Р.</b> Методы оценки качества сгенерированных данных .....	167
<b>Ляпанов А.В., Ляпанов А.А.</b> Компьютерное зрение .....	169
<b>Мадаев С.М., Алихаджиев С.Х.</b> Блокчейн в современных научных исследованиях: как технология может обеспечить прозрачность и подтверждение авторства .....	173
<b>Мадаев С.М., Атабаева Э.Р.</b> Образовательные стартапы: инновации и технологии, меняющие привычные форматы образования .....	175
<b>Сидоров В.М., Морохова О.А.</b> Преимущества использования облачных технологий в современном информационном мире .....	178
<b>Панова М.В., Щербан К.Я.</b> Разработка микросервисного приложения для автоматизации процессов отдела кадров .....	180

<b>Семенов Д.Г.</b> Применение теории графов при оптимизации сетей передачи данных .....	183
<b>Турьянская К.А.</b> Модели и методы оценки защищенности информации и информационной безопасности.....	191
<b>Хоманенко С.В.</b> Видеонаблюдение: проблемы безопасности в современном мире .....	195
<b>Яровой Р.В., Рябов Г.А., Карганов В.В.</b> Технологии искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления связью.....	198
<b>РАЗДЕЛ XXXIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ</b> .....	201
<b>Аносов М.С., Павлов А.Д., Платонов Д.Е., Кротиков Д.А., Аносова Е.С.</b> Практический анализ современных и инновационных технологий шлифования и полирования.....	201
<b>Лайша А.К., Лисин М.С., Фомкин И.В., Пичугин Е.А.</b> Параметризация профиля спутников циклоидальной передачи в среде автоматизированного проектирования Autodesk Inventor .....	205
<b>Можаева Т.П., Сафронова Т.Ф.</b> Идентификация направлений совершенствования системы менеджмента качества организации .....	209
<b>Можаева Т.П., Сафронова Т.Ф.</b> Стандартизация риск-ориентированного подхода в национальных и международных стандартах .....	212
<b>РАЗДЕЛ XXXIV. МОДЕЛИРОВАНИЕ</b> .....	216
<b>Гусарова О.Ф., Синицын С.А., Шумейко Г.С.</b> Методика информационных оценок исходных данных и методов расчета при моделировании простых линейчатых поверхностей .....	216
<b>Сафаралиев Б.С. Кольева Н.С. Панова М.В., Шемакин В.В.</b> Теоретические аспекты внедрения и интеграции AR технологий в сферу музеев .....	219
<b>РАЗДЕЛ XXXV. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ</b> .....	223
<b>Медведев А.Р.</b> Построение макета сети крупного объекта информатизации на базе протокола динамической маршрутизации OSPF с применением средств эмуляции сетевых устройств.....	223
<b>РАЗДЕЛ XXXVI. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ</b> .....	229
<b>Басыня В.А., Мельник В.Н., Лукьянчик В.Н., Чеботарь И.Т.</b> Влияние новых технологий, таких как 5G, на проектирование сетей связи военного назначения.....	229
<b>Басыня В.А., Мельник В.Н., Лукьянчик В.Н., Чеботарь И.Т.</b> Преимущества и проблемы использования ячеистых сетей для радиосвязи .....	231
<b>Басыня В.А., Мельник В.Н., Лукьянчик В.Н., Чеботарь И.Т.</b> Применение элементов искусственного интеллекта на ретрансляторах связи с носителями легче воздуха.....	234
<b>Курбатов Г.Р.</b> Технические аспекты оптических волокон в системах связи .....	237
<b>Кусайкин Д.В., Денисов Д.В., Каменсков А.Е.</b> Прогнозирование параметров линзы Люнеберга нейросетевым методом .....	239
<b>Сарафанников В.С., Вахненко А.И, Вахненко И.В., Чеботарь И. Т.</b> Применение квантовых технологий для безопасной передачи информации .....	242

## РАЗДЕЛ XXXI. СТРОИТЕЛЬСТВО

Балданова А.Б., Кауров А.И.

### Исследование эффективности применения несущих железобетонных конструкций с термомеханически упрочненной арматурной сталью класса Ас500С повышенной хладостойкости (на примере г. Нерюнгри Республики Саха (Якутия))

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
(Россия, Улан-Удэ)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-457

#### Аннотация

В статье представлены основные результаты исследования физико-механических и эксплуатационных свойств арматурной стали класса Ас500С и класса А400, которые показали, что применение стали класса Ас500С повышает надежность строительных конструкций, эксплуатируемых в условиях низких климатических температур и при действии динамических нагрузок. Также при сравнительном расчете безбалочного монолитного перекрытия был выявлен экономический эффект уменьшения металлоемкости при использовании арматурного проката Ас500С на 14,3%.

**Ключевые слова:** арматурная сталь, железобетонные конструкции, повышенная хладостойкость, термомеханически упрочненная.

#### Abstract

The article presents the main results of the study of the physico-mechanical and operational properties of reinforcement steel of class As500C and class A400, which showed that the use of steel of class As500C increases the reliability of building structures operated under low climatic temperatures and under the action of dynamic loads. Also, a comparative calculation of a girderless monolithic overlap revealed the economic effect of reducing metal consumption when using As500C rebar by 14.3%.

**Keywords:** reinforcing steel, reinforced concrete structures, increased cold resistance, thermomechanically hardened.

#### Введение

Широкое применение арматурной стали при проектировании железобетонных конструкций в современном промышленном и гражданском строительстве способствует производству и использованию новых модернизированных видов арматурного проката, включающих набор специальных технических требований. Применение таких сталей в конструкциях приводит к существенному экономическому эффекту за счет снижения металлоемкости изделий, а также позволяет наиболее рационально использовать механические свойства самой арматуры, следовательно, повлиять на жесткостные характеристики всего сооружения.

Арматурный прокат класса Ас500С предназначен для применения преимущественно в железобетонных конструкциях, работающих в экстремальных условиях действия низких отрицательных температур и динамических нагрузок.

Арматура повышенной хладостойкости класса Ас500С разработана как вариант арматуры класса А500С с более жесткими требованиями по химическому составу и механическим свойствам. Сочетание термомеханического упрочнения и относительно низкого уровня легирования стали, а также введение ограничений по минимальному и максимальному значению углеродного эквивалента позволило:

- впервые для проката такой прочности гарантировать ударную вязкость на стандартных образцах (КСV-60 не меньше 30 Дж/см<sup>2</sup>) и на специальных



образцах с сохранением поверхностных слоев проката по ТУ 14-1-5543-2006 (работа удара при  $-600\text{C}$  не меньше 60-180 Дж);

- уменьшить, а для ряда способов сварки исключить разупрочнение, а также существенно уменьшить вероятность хрупких разрушений сварных соединений при низких отрицательных температурах;
- повысить гарантированные показатели пластичности проката – относительное удлинение 16%, равномерное удлинение 5%;
- ограничить величину предела текучести значением 650 Н/мм<sup>2</sup>.

Внедрение данной термомеханически упрочненной свариваемой арматурной стали северного исполнения на строительных объектах Республики Саха (Якутия), а также других регионах, характеризующихся высокой сейсмичностью и низкими зимними температурами наружного воздуха, является весьма актуальной задачей.

Цель работы: исследование эффективности применения несущих железобетонных конструкциях с термомеханически упрочненной арматурной сталью класса Ас500С, взамен применения традиционных арматурных сталей на примере арматуры класса А400.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были изучены физико-механические и эксплуатационные (служебные) свойства арматурной стали Ас500С повышенной хладостойкости в сравнении с традиционным арматурным прокатом класса А400.

Также для достижения поставленной цели были выполнены конструирование и сравнительный расчет безбалочного монолитного перекрытия с применением термомеханически упрочненной стали класса Ас500С и А400.

В расчетах по двум группам предельных состояний была взята сплошная плита толщиной  $h_f=200$  мм из тяжелого класса бетона по прочности на сжатие В30 с поперечным сечением колонн – 400х400 мм (см. рис.1).

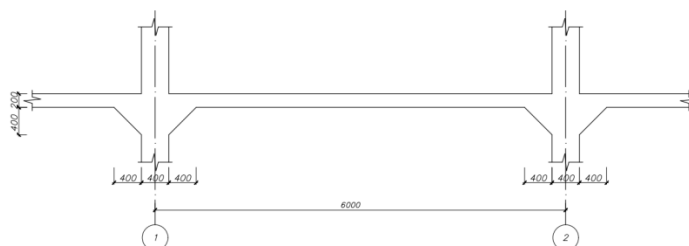


Рисунок 1. Конструкция расчетной плиты.

## Результаты и их обсуждения

Результаты изучения физико-механических и эксплуатационных (служебных) свойств приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики арматуры классов А400 и Ас500С.

Нормативные документы, механические свойства, области применения, эффективность, потребительские и технические характеристики	Класс арматуры	
	А400	Ас500С
Документы для поставки	ГОСТ 5781-82	ТУ 14-1-5543-2006
Документы для расчета, проектирования и применения в	СНиП 52-01-2003 СП 52-101-2003	СНиП 52-01-2003 СП 52-101-2003 СП 52-102-2004

<i>железобетонных</i>		
<i>Временное сопротивление разрыву <math>\sigma_B</math>, не менее</i>	<i>590 Мпа</i>	<i>650 МПа</i>
<i>Условный предел текучести <math>\sigma_{0.2}</math>, не менее</i>	<i>390 МПа</i>	<i>540 МПа</i>
<i>Относительное удлинение <math>\delta_5</math>, не менее</i>	<i>14%</i>	<i>16%</i>
<i>Расчетное сопротивление растяжению <math>R_s</math></i>	<i>355 МПа</i>	<i>450-490 МПа</i>
<i>Нормативное сопротивление растяжению <math>R_{sp}</math></i>	<i>400 МПа</i>	<i>500 МПа</i>
<i>Применение при отрицательных температурах</i>	<i>до -55 °С</i>	<i>до -60 °С</i>
<i>Применение дуговой сварки прихватками крестообразных соединений</i>	<i>Запрещается</i>	<i>Допускается</i>
<i>Эффективность сцепления с бетоном</i>	<i>Высокая при эксплуатационных нагрузках, средняя — при критических (аварийных)</i>	<i>Высокая</i>
<i>Эффективность сопротивления динамическим нагрузкам</i>	<i>Средняя</i>	<i>Высокая</i>
<i>Применение в качестве монтажных петель</i>	<i>Запрещено</i>	<i>Возможно</i>
<i>Способ производства проката</i>	<i>Горячекатаный</i>	<i>Горячекатаный, термомеханически упрочненный, хладостойкий</i>

Определение необходимого количества и площади горизонтальной арматуры безбалочного монолитного перекрытия в вариантном расчете и конструировании показали возможное снижение металлоемкости примерно на 14,3% при использовании стали класса Ас500С повышенной хладостойкости. Расчете и конструировании производилось по параллельным осям X и Y и четырем зонам для каждой оси.

Для арматуры параллельной оси X:

Зона 1 – надколонный участок, в пределах которого действуют максимальные по абсолютной величине отрицательные изгибающие моменты  $M_x$  и  $M_y$ ;

Зона 2 – межколонный участок, в пределах которого действуют относительно небольшие отрицательные моменты  $M_x$ ;

Зона 4 – межколонный участок, в пределах которого действуют максимальные по абсолютной величине положительные моменты  $M_x$ ;

Зона 6 – пролетный участок, в пределах которого действуют относительно небольшие положительные моменты  $M_x$  и  $M_y$ .

Для арматуры параллельной оси Y:

Зона 1 – надколонный участок, в пределах которого действуют максимальные по абсолютной величине отрицательные изгибающие моменты  $M_x$  и  $M_y$ ;

Зона 3 – межколонный участок, в пределах которого действуют относительно небольшие отрицательные моменты  $M_y$ ;

Зона 5 – межколонный участок, в пределах которого действуют максимальные по абсолютной величине положительные моменты  $M_y$ ;

Зона 6 – пролетный участок, в пределах которого действуют относительно небольшие положительные моменты  $M_x$  и  $M_y$ .

Результаты расчетов приведены в таблице 2 и в таблице 3.

Таблица 2

## Расчет арматуры класса Ас500С.

Расчет арматуры параллельной оси X					
Расчетная зона	$M_{xi}$ , кН · м/м	$\alpha_m$	$\xi$	$A_{sx}$ , см <sup>2</sup> /м	Принятое армирование
зона 1	-56,896	0,165	0,181	9,23	Ø12 шаг 100, $A_{sx} = 11,31$ см <sup>2</sup> /м
зона 2	-14,33	0,0416	0,0425	2,17	Ø12 шаг 200, $A_{sx} = 5,66$ см <sup>2</sup> /м
зона 4	+18,898	0,0552	0,0568	2,9	Ø12 шаг 200, $A_{sx} = 5,66$ см <sup>2</sup> /м
зона 6	+13,82	0,04	0,0408	2,08	Ø12 шаг 200, $A_{sx} = 5,66$ см <sup>2</sup> /м
Расчет арматуры параллельной оси Y					
Расчетная зона	$M_{yi}$ , кН · м/м	$\alpha_m$	$\xi$	$A_{sy}$ , см <sup>2</sup> /м	Принятое армирование
зона 1	-54,66	0,124	0,133	7,69	Ø12 шаг 100, $A_{sy} = 11,31$ см <sup>2</sup> /м
зона 3	-15,95	0,0361	0,0368	2,13	Ø12 шаг 200, $A_{sy} = 5,66$ см <sup>2</sup> /м
зона 5	+17,07	0,0386	0,0394	2,28	Ø12 шаг 200, $A_{sy} = 5,66$ см <sup>2</sup> /м
зона 6	+12,395	0,028	0,0284	1,64	Ø12 шаг 200, $A_{sy} = 5,66$ см <sup>2</sup> /м

Таблица 3

## Расчет арматуры класса А400.

Расчет арматуры параллельной оси X					
Расчетная зона	$M_{xi}$ , кН · м/м	$\alpha_m$	$\xi$	$A_{sx}$ , см <sup>2</sup> /м	Принятое армирование
зона 1	-56,896	0,165	0,181	11,7	Ø14 шаг 100, $A_{sx} = 15,39$ см <sup>2</sup> /м
зона 2	-14,33	0,0416	0,0425	2,75	Ø14 шаг 200, $A_{sx} = 7,69$ см <sup>2</sup> /м
зона 4	+18,898	0,0552	0,0568	3,672	Ø14 шаг 200, $A_{sx} = 7,69$ см <sup>2</sup> /м
зона 6	+13,82	0,04	0,0408	2,64	Ø14 шаг 200, $A_{sx} = 7,69$ см <sup>2</sup> /м
Расчет арматуры параллельной оси Y					
Расчетная зона	$M_{yi}$ , кН · м/м	$\alpha_m$	$\xi$	$A_{sx}$ , см <sup>2</sup> /м	Принятое армирование
зона 1	-54,66	0,124	0,133	9,74	Ø14 шаг 100, $A_{sy} = 15,39$ см <sup>2</sup> /м
зона 3	-15,95	0,0361	0,0368	2,696	Ø14 шаг 200, $A_{sy} = 7,69$ см <sup>2</sup> /м

зона 5	+17,07	0,0386	0,0394	2,89	Ø14 шаг 200, $A_{sy} = 7,69$ см <sup>2</sup> /м
зона 6	+12,395	0,028	0,0284	2,08	Ø14 шаг 200, $A_{sy} = 7,69$ см <sup>2</sup> /м

### Заключение

Применение термомеханически упрочненной арматурной стали класса Ас500С повышенной хладостойкости взамен арматурного проката класса А400 значительно повышает надежность строительных конструкций наряду со снижением металлоемкости и позволяет существенно убавить вероятность хрупких разрушений сварных соединений при очень низких отрицательных температурах.

Арматурный прокат класса Ас500С рекомендуется применять в железобетонных конструкциях, эксплуатируемых и (или) возводимых в условиях низких климатических температур без ограничения по величине расчетной зимней температуры наружного воздуха, при действии как статических, так и динамических, вибрационных и подвижных нагрузок.

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать арматурную сталь Ас500С для широкого применения в современном строительстве.

\*\*\*

1. Рекомендации по применению арматурного проката повышенной хладостойкости класса Ас500С в железобетонных конструкциях – М.: НИИЖБ, 2006.
2. ТУ 14-1-5543-2006. Прокат термомеханически упрочненный класса Ас500С повышенной хладостойкости для армирования железобетонных конструкций – М.: НИИЖБ, 2006.
3. Панышин Л.Л., Родина А.Ю., Беликов Н.А. Методические указания по расчету монолитного безбалочного перекрытия. Москва, 2011. 34 с.

**Бердник А.А., Гулякин Д.В.**

**«Интеллектуальное» здание (информационная модель здания)**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-458

### Аннотация

В данной статье раскрыта суть понятия «интеллектуальное» здание. Также рассмотрены функции, которые должно выполнять «интеллектуальное» здание и его преимущества по сравнению с деятельностью человека в современном мире.

Ключевые слова: «Интеллектуальные» здания, функции, системы, концепция «интеллектуального» здания, система управления.

### Abstract

This article reveals the essence of the concept of “intelligent” building. The functions that an “intelligent” building should perform and its advantages compared to human activities in the modern world are also considered.

**Keywords:** «Intelligent» buildings, functions, systems, concept of "intelligent" building, control system.

В настоящее время современные здания содержат в себе различные высокотехнологичные системы для облегчения жизни человека. Системы отличаются назначением и функциями, которые они выполняют. Как правило, такие системы представляют комплекс, обслуживание которого занимает большое количество сил. Для этого необходимы квалифицированные работники, так как на каком-либо предприятии из-за того, что система 1 и

система<sup>2</sup> не работают вместе могут возникнуть трудности, а если таких программ насчитывается свыше 20, то человеку физически тяжело справиться с подобной задачей (уследить за функционированием всех систем), так же немало важную роль играет человеческий фактор, который может способствовать выведению из строя целого системного комплекса. Например, при срабатывании системы пожарной сигнализации недостаточно включить систему оповещения и локализовать пожар, следует также выключить систему приточно-вытяжной вентиляции и заблокировать дальнейшее использование лифтов и эскалаторов. Отсутствие единой системы управления в случае частного жилья приводит к появлению десятка разноплановых пультов дистанционного управления для совершенно разных приборов, поэтому на помощь приходит такое явление в строительстве как «интеллектуальное» здание. Оно подразумевает под собой, что постройка вне зависимости от назначения способна практически без вмешательства человека регулировать различные системы, которые раньше требовали непосредственного вмешательства квалифицированных специалистов.

Понятие информационной модели здания было впервые предложено в 1975 году профессором Чаком Истманом (Chuck Eastman) в журнале Американского института архитекторов (AIA).

Сегодня информационная модель здания – это хорошо скоординированная, согласованная, взаимосвязанная, поддающаяся расчетам и анализу, имеющая геометрическую привязку числовая информация о проектируемом или уже существующем объекте, которая используется, для:

- принятия конкретных проектных решений;
- создания высококачественной проектной документации;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- составления смет и строительных планов;
- заказа и изготовления материалов и оборудования;
- управления возведением здания;
- управления и эксплуатации самого здания и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла;
- управления зданием как объектом;
- проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания и т.д.

Интеллектуальное здание должно быть спроектировано так, что все сервисы могли бы интегрироваться друг с другом с минимальными затратами, а их обслуживание было бы организовано оптимальным образом.

Одной из основных тенденций развития отечественной и мировой архитектуры является создание умных промышленных и гражданских сооружений. Основное назначение их – это создание эстетической и комфортной среды обитания. Особенностью разработки таких проектов является невозможность модернизации старых зданий под эту концепцию. Это связано с тем, что умное здание должно гармонично сочетать в себе множество технических противоречий. Разработка умного здания начинается с анализа внешних климатических факторов, которые необходимо будет учесть при климатизации здания. Далее надо обеспечить энергоэффективность и энергосбережении самого сооружения, особенности водо- и теплоснабжения, освещения, и комфорта социальной среды. Эффективная реализация таких проектов

Концепция интеллектуального здания содержит в себе следующие положения:

- Создание интегрированной системы управление зданием - системы с возможностью обеспечения комплексной работы всех инженерных систем здания: освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, контроля доступа и многих других.
- Устранение всего обслуживающего персонала здания и передача функций контроля и принятия решений подсистемам интегрированной системы

управления зданием. В эти подсистемы как раз и закладывается «интеллект» здания – то, как оно будет реагировать на изменение параметров датчиков системы и другие события типа внештатных ситуаций.

- Обеспечение корректной работы отдельных подсистем в случае отказа общей управляющей системы или других частей системы.
- Минимизация стоимости обслуживания и модернизации систем здания, что должно обеспечиваться применением общих стандартов в построении подсистем, автоматическое конфигурирование и обнаружение новых устройств и модулей при их добавлении в систему.

Информационная модель существует в течение всего жизненного цикла здания, и даже дольше. Содержащаяся в ней информация может изменяться, дополняться, заменяться, отражая текущее состояние здания. Такой подход в проектировании, когда объект рассматривается не только в пространстве, но и во времени.

Однако, пожалуй, самые важные преимущества BIM - это точность и скорость проектирования. Трехмерные модели создаются в масштабе 1:500 вместо привычных для бумажных чертежей 1:2000, что позволяет обеспечить очень высокую степень детализации проекта. При этом проектировщики используют в работе шаблонные элементы с заранее заданными физическими параметрами и семантикой. Таким образом, у них исчезает необходимость отдельно прорисовывать и описывать каждый элемент постройки, будь то стены или электропроводка. Здания, кварталы и даже целые районы собираются в BIM-модели как конструктор.

Но одно из самых главных достижений BIM — возможность добиться практически полного соответствия эксплуатационных характеристик нового здания требованиям заказчика. Технология BIM позволяет, с высокой степенью достоверности воссоздав и сам объект со всеми его конструкциями и оснащением, и протекающие в нем процессы, отладить на модели основные проектные решения.

Застройщики, работающие по программе реновации, активно используют BIM как для проектирования новых жилых комплексов, так и для моделирования сноса ветхих пятиэтажек и будущей перепланировки территории. Причем BIM-модели кварталов реновации включают в себя не только строительные и инженерные показатели, но и социальные: количество магазинов, школ и детских садов, необходимое на новой территории, количество и конфигурацию детских и спортивных площадок, беседок, зон отдыха и многое другое.

Таким образом, интегрированная система управления зданием позволяет владельцам здания создавать сколь угодно сложные и интеллектуальные процедуры функционирования этого здания, т.к. все исполнительные системы этого здания могут работать согласованно и совместно. Отсюда следует реализация множества ресурсосберегающих процедур. Процедур контроля доступа и обеспечения безопасности здания, учета и контроля практически всех параметров систем здания и оперативное реагирование на их критическое изменение, причем реакция является комплексной и мгновенной, удаленного контроля и управления зданием, т.к. все информационные и управляющие каналы связи в такой системе являются цифровыми. Кроме предоставления новых возможностей проектировщикам и владельцам интеллектуального здания, оно также является для них экономически выгодным.

\*\*\*

1. Бубнов Ю. Информационное моделирование зданий // Здания высоких технологий. Журнал. 2013. С. 81-85.
2. Каденцева А.А., Кондратьев В.Ю., Попок Л.Е., Филоненко М.В. Обзор современных технологий распознавания образов и возможность их применения при создании информационных продуктов // Экономика устойчивого развития. Журнал. 2018. С. 301-306.
3. Тускаева З.Р., Албегов З.В. Построение системы мониторинга (операционного контроля) качества строительной продукции // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы. Сборник научных трудов. 2018. С. 239.
4. Концепция «умного здания» в архитектуре промышленных и гражданских сооружений-[https://aud.susu.ru/images/AGD28/AGD28\\_19-27.pdf](https://aud.susu.ru/images/AGD28/AGD28_19-27.pdf)

5. Концепция интеллектуального здания - <https://studfile.net/preview/1800132/>
6. К вопросу о создании "Интеллектуального здания" - <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sozdanii-intellektualnogo-zdaniya/viewer>
7. Интеллектуальные здания - [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=125](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=125)

**Бульдева Ю.С.**

**Развитие программ энергоэффективного капитального ремонта, как фактор влияющий на развитие регионов**

*Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный  
университет  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-459*

**Аннотация**

В статье рассматривается роль энергосберегающих мероприятий и энергоэффективных технологий в развитии регионов России. Автор выделяет важные аспекты, такие как уличное освещение, умные системы, реновация в сфере жилищно-коммунального хозяйства и инновации в отоплении, обсуждая их влияние на экономическое и экологическое развитие регионов. Отдельно рассмотрены нюансы финансирования программ капитального ремонта, их проблемы на региональном уровне, а также способы финансирования иными способами.

**Ключевые слова:** Энергосбережение, энергоэффективность, уличное освещение, реновация, жилищно-коммунальное хозяйство, капитальный ремонт, региональное развитие.

**Abstract**

This article examines the role of energy-saving measures and energy-efficient technologies in the development of Russian regions. The author highlights important aspects such as street lighting, smart systems, renovation in the housing and utilities sector, and innovations in heating, discussing their impact on the economic and environmental development of regions. The nuances of financing energy-efficient renovation programs, their regional-level problems, and alternative financing methods are also separately addressed.

**Keywords:** Energy conservation, energy efficiency, street lighting, renovation, housing and utilities, energy efficient renovation, regional development.

Развитие программ энергоэффективного капитального ремонта в России имеет большое значение как фактор, влияющий на развитие регионов. Эта инициатива может оказать положительное воздействие на различные аспекты социальной и экономической жизни регионов. Модернизация старых зданий и повышение их энергоэффективности способствуют снижению расходов на отопление и обслуживание, что может сэкономить ресурсы как для жителей, так и для государства. Экономия энергоресурсов также может снизить зависимость регионов от импорта энергии и сделать экономику более устойчивой. Энергоэффективный капитальный ремонт позволяет улучшить условия жизни в многоквартирных домах. Теплые и комфортные квартиры создают более благоприятное окружение для жителей, особенно в холодные месяцы. Реализация программы капитального ремонта требует значительных усилий и ресурсов, что способствует созданию новых рабочих мест, особенно в строительной и связанных с этой отраслью. В целом, энергоэффективный капитальный ремонт играет важную роль в развитии регионов, способствуя улучшению экономической, социальной и экологической устойчивости. Поэтому эта инициатива имеет большой потенциал для укрепления регионального развития в России.

Энергоэффективность - это процесс рационального использования энергетических ресурсов, который позволяет снизить потребление энергии при производстве товаров и услуг.

Статья 166 Жилищного кодекса Российской Федерации регулирует программу капитального ремонта многоквартирных домов.

Программа капитального ремонта многоквартирных домов - это документ, который разрабатывается и утверждается органами местного самоуправления (администрациями городов или районов) совместно с собственниками жилых помещений в многоквартирных домах. Программа включает в себя мероприятия по регулярному проведению капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, такие как ремонт крыши, фасада, инженерных систем и других общих частей дома. Программа также должна устанавливать порядок и сроки проведения капитального ремонта, а также условия для участия собственников жилья в процессе подготовки и реализации программы.

Статья 166 Жилищного кодекса РФ обеспечивает правовую основу для организации и финансирования капитального ремонта многоквартирных домов, что способствует поддержанию и улучшению состояния жилищного фонда и комфорта жизни жителей таких домов. [11]

Энергоэффективный капитальный ремонт - это процесс, который направлен на улучшение энергетической эффективности зданий и сооружений. Он может оказывать значительное влияние на развитие регионов.

Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства региона включает в себя развитие программ энергоэффективного капитального ремонта и обеспечение финансовой устойчивости региональных программ капитального ремонта. Так, Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г. устанавливает ключевые цели и приоритеты развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства России на долгосрочную перспективу, такие как повышение доступности жилья, улучшение инфраструктуры, поддержка экономического роста и т. д. Стратегия прогнозирует развитие мер по стимулированию строительства жилья, включая поддержку различных форм жилищного строительства, в том числе социального и экономически доступного жилья.

Для развития программ энергоэффективного капитального ремонта необходимо финансирование. В регионах создаются специализированные гарантийные агентства, которые будут способствовать развитию программ кредитования капитального ремонта. Например, Фонд капитального ремонта Тульской области приводит следующую информацию: размер поддержки на энергоэффективный капремонт составляет от 200% до 400% годовой экономии расходов на оплату коммунальных ресурсов. [12] Фонд капитального ремонта многоквартирных домов Вологодской области предоставляет поддержку на энергоэффективный капремонт.

Основной источник финансирования программ – ежемесячные взносы собственников помещений в МКД. Это обязательство закреплено Жилищным кодексом РФ (раздел IX ЖК РФ). Ставки взносов регулируются региональными законами, ежегодно обновляясь, и обычно увеличиваются в соответствии с инфляцией. [11]

В отчете [5] утверждается, что нет разницы между понятиями «обычный» и «энергоэффективный» капитальный ремонт. Егорова Д. Ю., Грязнов М. В. отмечают также, что российское законодательство не решает проблему энергоэффективной модернизации, не определяет содержание понятия «энергосервисных услуг» и не стимулирует формирование рынков таких услуг. [7].

А. Мамонова утверждает, что проблема реализации программы капитального ремонта МКД на региональном уровне заключается в финансовых сложностях [4]. Заложенные в перечень услуги по обслуживанию домов требуют существенной финансовой поддержки, но далеко не всегда, а на региональном уровне все чаще, некоторые услуги остаются невыполненными. Проблему Мамонова связывает с тем, что компенсированы затраты на такие услуги могут быть фактически только из двух источников – взносов на капитальный ремонт и бюджетной поддержки. [4] Автор указывает на идею о том, что региональные организации



сокращают выполняемые услуги, чтобы было «сохранение финансовой устойчивости региональных программ капитального ремонта».

Другой механизм финансирования энергоэффективного капитального ремонта МКД, также известный в международной практике, представляет собой разновидность договоров на энергетические услуги, по которым подрядчик – специализированная энерго-сервисная компания (ЭСКО) – обязуется финансировать мероприятия по повышению энергоэффективности с гарантированным энергосбережением/ экономией на коммунальных платежах и с гарантированным качеством проживания в отремонтированных зданиях. В обмен собственники МКД обязуются возместить затраты, понесенные ЭСКО, в течение определенного периода времени (3-5-7 лет), в зависимости от объема финансирования и достигнутой экономии, чтобы эта схема была финансово жизнеспособной. Обычно такие договоры предусматривают гарантийный уровень эффективности работы ЭСКО, а это означает, что в случае недостижения такого уровня, выплаты собственников этой компании уменьшаются. [5]

Для повышения эффективности управления услугой капитального ремонта в жилищной сфере необходимо создание новых отношений в системе капитального ремонта многоквартирных домов в регионах РФ. Создание новых отношений в системе капитального ремонта многоквартирных домов в регионах России означает пересмотр и улучшение способов взаимодействия между различными участниками этого процесса, включая государство, местные органы власти, собственников жилья и компании, занимающиеся ремонтом. Актуальны вопросы установления более прозрачных и эффективных механизмов финансирования, контроля и управления капитальным ремонтом с целью повышения эффективности и качества предоставляемых услуг, а также удовлетворения потребностей жителей. Например, многие жители не понимают правового механизма, на котором основано требование платить за капитальный ремонт. Другие граждане не понимают целесообразности уплаты за данную услугу, так как не верят в конкретные сроки реализации программ капитального ремонта.

Опыт ряда регионов – Республики Хакасия, Чувашской Республики, Тюменской области и других – показывает, насколько полезен экспресс-энергоаудит многоквартирного дома. Такую работу проводят на этапе проектирования перед капитальным ремонтом дома по плану, установленному в региональной программе капитального ремонта. [4]

Проведение экспресс-энергоаудита многоквартирных домов на этапе проектирования перед капитальным ремонтом имеет несколько важных преимуществ и может значительно способствовать развитию регионов. Энергоаудит позволяет выявить области, где энергопотери наиболее значительны, и предложить меры для их снижения. Это может сэкономить ресурсы и снизить энергозатраты на отопление и коммунальные услуги для жителей, что особенно важно в сезоны отопления. В результате, региональные бюджеты могут быть менее обременены субсидиями на оплату коммунальных услуг. Результаты аудита могут помочь улучшить условия проживания жителей многоквартирных домов. Улучшенная теплоизоляция, замена старых окон и дверей, а также модернизация отопительных систем и систем внутреннего водопровода [2] сделают жилье более комфортным, улучшив качество жизни граждан.

Для эффективного проведения капитального ремонта необходимо использование современных технологий, которые позволят улучшить энергетическую эффективность зданий и сооружений.

Захаров В.П. в своей статье рассматривает энергосбережение как фактор развития регионов. Автор отдельно отмечает способы, которые могут влиять на развитие энергосбережения. Так, для крупных городов рекомендуется уличное освещение, в котором используются экономия световой энергии, а также пофасадное авторегулирование, технологии сохранения тепла в наружных стенах домов. [4] На эффективность также повлияет внедрение умных систем вроде «БтагЮпС», позволяющие реализовать проект «Умного здания» или «Умного квартала». Не обходит стороной автор и такие устройства, как энергоэффективные системы вентиляции, вытяжки воздуха, отопления, водопровода и т.д. Автор предлагает меры

энергоэффективности и для малых населенных пунктов, особенно отмечая реновации в сфере ЖКХ, и инновации в технологиях отопления домов, частного сектора (биотопливо, торф).

Улучшение освещения в крупных городах с использованием энергосберегающих технологий, таких как светодиодные лампы или эффективные системы управления освещением, может значительно снизить энергопотребление и расходы на коммунальные услуги [6]. Меры по реновации жилищно-коммунального хозяйства, особенно в малых населенных пунктах, могут содействовать улучшению условий проживания, снижению затрат на энергоресурсы и повышению жизненного уровня населения.

Эти меры могут способствовать сокращению потребления энергии, уменьшению экологического воздействия и снижению коммунальных расходов. Они также могут создать рабочие места в сферах инноваций и ремонта, а также улучшить качество жизни населения. В итоге, развитие энергосберегающих и энергоэффективных технологий и практик может способствовать устойчивому развитию регионов и обеспечению их экономического и экологического благосостояния.

Для успешной реализации программ энергоэффективного капитального ремонта необходимо обучение специалистов в области энергосбережения и энергоэффективности. Например, учебный центр «Энергобезопасность» предлагает повышение квалификации по программе «специалист по энергосбережению и повышению энергоэффективности». Программа основана на федеральных законах, таких как «Об образовании» и «Об энергосбережении». Цель программы - формирование устойчивых знаний в области физических, экономических, правовых, управленческих, методологических основ повышения энергетической эффективности функционирования промышленных предприятий на основе комплексного использования современных энергосберегающих технологий и оборудования, методик построения энергоэффективных систем обеспечения жизнедеятельности, разработки и реализации программ энергосбережения в производственной деятельности. [9]

Центр содействия занятости и труда предлагает программу «Организация деятельности по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в учреждениях и организациях». [8]

Таким образом, развитие программ энергоэффективного капитального ремонта может оказывать положительное влияние на развитие регионов, но для этого необходимо обеспечить финансирование, эффективное управление, использование современных технологий и обучение специалистов. Прозрачные и эффективные механизмы финансирования и управления капитальным ремонтом являются ключевыми для успешной реализации энергоэффективных мероприятий. Развитие энергосберегающих и энергоэффективных технологий и практик способствует устойчивому развитию регионов и может содействовать их экономическому и экологическому благосостоянию.

\*\*\*

1. Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268-р Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405560559/?ysclid=ln71abnw4361198731> (дата обращения: 16.10.2023)
2. Володин, Д. А. Ресурсосбережение в системе внутреннего водопровода / Д. А. Володин, Д. А. Матвеев // Дни студенческой науки : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ, Москва, 27 февраля – 03 2023 года / Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2023. – С. 48-53. – EDN PMWQAR. (дата обращения: 16.10.2023)
3. Захаров, В.П. Энергосбережение как фактор развития регионов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberezhenie-kak-faktor-razvitiya-regionov?ysclid=ln716r2s0128863209> (дата обращения: 16.10.2023)
4. EnergiaVita: Анна Мамонова. Энергоэффективность при капитальном ремонте многоквартирных домов. URL: <https://arokr.ru/page/EnergiaVita-anna-mamonova-energoeffektivnost-pri-kapitalnom-remonte-mnogokvartirnyh-domov> (дата обращения: 16.10.2023)

5. Оценка социальноэкономических эффектов проведения капитального ремонта многоквартирных домов и повышения энергоэффективности городского жилого фонда в России. URL: <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2022/02/povyshenie-energoeffektivnosti-v-zhilyh-mnogokvartirnyh-domah.pdf?ysclid=Int719772g765441372> (дата обращения: 16.10.2023)
6. Егорова, Д. Ю., Грязнов, М. В. Целесообразность повышения энергоэффективности жилых домов при выполнении капитального ремонта. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tselesoobraznost-povysheniya-energoeffektivnosti-zhilyh-domov-pri-vypolnenii-kapitalnogo-remonta> (дата обращения: 16.10.2023)
7. Матвеев, Д. А. Состояние и перспективы использования информационных технологий при управлении МКД / Д. А. Матвеев // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 98-5. – С. 200-202. – DOI 10.18411/trnio-06-2023-291. – EDN NRLHNO. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54173854> (дата обращения: 16.10.2023)
8. Программа «Организация деятельности по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в учреждениях и организациях». URL: <https://czbt.ru/uslugi/obuchenie-i-perepodgotovka-sotrudnikov/energoberezenie/programma-organizaciya-deyatelnosti-po-energoberezeniju-i-povysheniju-energeticheskoy-effektivnosti-v-uchrezhdeniyah-i-organizacijah?ysclid=Int8bc3db7181643563> (дата обращения: 16.10.2023)
9. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.06.2023) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
10. Повышение квалификации «Специалист по энергосбережению и повышению энергоэффективности». URL: <https://energy-security.ru/sources/eneroeffektivnost/pk-spec-energoberezenie?ysclid=Int8bbg3rn12462403> (дата обращения: 16.10.2023)
11. "Жилищный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)
12. Фонд капитального ремонта Тульской области. Энергоэффективный капремонт МКД. URL: <https://kapremont71.ru/help/energo/> (дата обращения: 16.10.2023).

**Габрилян М.Н., Гулякин Д.В.**

### **Значение информационных технологий в строительстве**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-460*

#### **Аннотация**

Современное строительство невозможно представить без использования информационных технологий. Они играют ключевую роль в оптимизации и улучшении процессов проектирования, строительства и управления объектами. В данной статье рассмотрены основные объекты и предметы информационных технологий в строительной сфере.

**Ключевые слова:** Информационные технологии, проектирование, строительство, проект, предмет.

#### **Abstract**

Modern construction cannot be imagined without the use of information technology. They play a key role in optimizing and improving design, construction and facility management processes. This article discusses the main objects and subjects of information technology in the construction industry.

**Keywords:** Information technology, design, construction, project, subject.

Новые информационные технологии очень важны в жизни современного общества. Научно-технический прогресс идёт в ногу с жизнью каждого человека. Строительная сфера также тесно связана с информатизацией. Информационные технологии в строительстве применяются в разных аспектах. На данный момент очень трудно представить наше общество, наше окружение без информационных технологий. Именно поэтому предмет «Информационные технологии в строительстве» очень важен для будущих специализированных строителей [1].

Информационные технологии позволяют сократить затраты, повысить эффективность и качество работ, а также улучшить коммуникацию и сотрудничество между участниками проекта.

Одним из основных преимуществ информационных технологий в строительстве является возможность использования компьютерного моделирования и виртуальной реальности. С их помощью можно создавать трехмерные модели зданий и сооружений, а также проводить виртуальные прогулки по объекту до его фактического строительства. Это позволяет выявить и исправить ошибки, несоответствия в проекте еще на стадии проектирования, что сокращает затраты на переделку и повышает качество строительства.

Также повышается качество строительного производства с использованием информационных технологий. Чаще всего в строительстве, связанном с инженерными коммуникациями, используют всесторонний контроль, который сплочен со всеми стадиями производства строительной продукции. Всесторонний контроль, влияющий на качество, нуждается в наличии контроля на всех значимых стадиях процесса проектирования, сооружения и эксплуатации объектов [6]. Можно выделить пять стадий:

1. Контроль (экспертиза) проектно-сметной документации.
2. Контроль за сооружением объекта.
3. Входной контроль строительных материалов и изделий.
4. Контроль за строительством инженерных коммуникаций.
5. Испытания и диагностика.

Целая структура всестороннего контроля качества строительства инженерных коммуникаций может быть рассчитана как конкретная рабочая структура, которая охватывает всю организацию. Также условием структуры должно быть то, чтобы она состояла из документированных методик технической и административной проверки. Внедрение всестороннего контроля качества строительства инженерных коммуникаций приносит следующие:

- усиливается качество строительной продукции и ее надежность;
- снижаются непроизводительные расходы;
- совершенствуется отношение персонала к своей работе;
- понижается число мест на пути обеспечения соответствующего качества строительства;
- улучшение методов проверки и контроля [8].

Таким образом, методологические и теоретические основания изучения качества должны опираться на трудах отечественных и зарубежных ученых в сферы теории экспертного логического анализа, вероятности статистических методов, информационно-вычислительных технологий, системотехники строительства, обобщении исследований в области организации строительного производства.

В продолжение нашего исследования рассмотрим вопрос о "Лазерной 3D технологии заливки бетона". Одной из первых компаний, оснастившей свои машины трехмерными системами управления, была компания «Somero Enterprises». В 1999 году компания поставила на свой бетоноукладчик 3D систему управления на основе оборудования Trimble. Эта система разрешает делать поверхности под многообразным уклоном и почти всякой формы. Употребление похожих высокопроизводительных машин дает возможность компаниям, которые специализируются на заливке бетона, изучить и наполнить нишу строительства автомагистралей и больших парковок с использованием бетона [5].

Не стоит забывать и о том, что на стадии подготовки к строительству очень значимо грамотно и верно составить всю организационно-технологическую документацию и непосредственно сам проект производства работ. Свежие информационные технологии помогают этот труд автоматизировать и заметно облегчить, и ускорить.

Создание ППР (Проект производства работ) - процесс долгий и трудоемкий, который требует большую квалификацию специалистов, которые над ним трудятся. На сегодняшний

день чувствуется жизненный недостаток кадров: опытные строители - проектировщики уходят, а отдать скопленный ими багаж знаний некому - у молодых сотрудников другие приоритеты. Помимо этой проблемы есть еще одна: сроки предпроектные и проектные подготовки строительства все время урезаются, что естественно сказывается на качестве проводимых работ. Сделать легче разработку ППР, увеличить его качество и укоротить сроки разработки можно исключительно на основе использования самых современных информационных технологий. Всех разработчиков организационно-технологической документации необходимо обеспечить компьютерной программой, которая может облегчать его работу, дать ему готовые решения, автоматизировать составление нужных текстовых и графических документов [7].

Информационные технологии также позволяют автоматизировать многие процессы в строительстве. Например, учет материалов, планирование работ и контроль качества могут быть автоматизированы с помощью специализированных программ и систем. Автоматизация позволяет сократить время выполнения работ, уменьшить количество ошибок и повысить эффективность использования ресурсов [2].

Важную роль информационные технологии играют в управлении строительными проектами. С их помощью можно создавать единую базу данных, в которой хранится информация о всех этапах проекта, от проектирования до сдачи объекта. Это позволяет легко отслеживать прогресс работ, контролировать бюджет и ресурсы, а также своевременно реагировать на изменения и принимать управленческие решения.

Информационные технологии также способствуют улучшению коммуникации и сотрудничества между участниками строительного процесса. С помощью специализированных программ и платформ можно обмениваться информацией, координировать действия и вести совместную работу удаленно. Это особенно актуально в случае работы на удаленных объектах или при участии в проекте разных команд и специалистов из разных мест [4].

Одним из примеров использования информационных технологий в строительстве является Building Information Modeling (BIM) - методология, которая позволяет создавать цифровую модель объекта со всей необходимой информацией о его конструкции, материалах, системах и т.д. BIM позволяет улучшить координацию и сотрудничество между участниками проекта, а также обеспечить более точное планирование и контроль строительных работ [3].

Наиболее распространены несколько программных комплексов, среди которых: Civil 3D, ArchiCAD, Renga, Revit, семейство BIM WIZARD, SmetaWIZARD.

Таким образом, информационные технологии имеют огромное значение в современном строительстве. Они позволяют повысить эффективность и качество работ, сократить затраты и риски, а также улучшить коммуникацию и сотрудничество между участниками проекта. Использование информационных технологий становится все более необходимым для успешного выполнения строительных проектов в условиях быстро меняющейся индустрии.

\*\*\*

1. Прохорский, Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве: Учебное пособие/ Г.В. Прохорский. - М.: КноРус, 2012. - 264 с.
2. Вадим Батишев. Из практики информационного моделирования // Sportbuild, - Июль 2015, стр. 20-27;
3. Что такое BIM-технологии? // Autodesk.ru
4. Бовтеев С. В. Информационные технологии в строительстве. Управление строительными проектами в среде Microsoft Project 2013 Professional: учеб. Пособие / С. В. Бовтеев. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 292 с.
5. Пеньковский Г.Ф. Основы информационных технологий и автоматизированного проектирования в строительстве // СПбГАСУ. – СПб., 2008. – 150 с.
6. В.И. Гаврилов, к.ф.-м.н., В.Х. Отман, к.т.н., ОАО «ПИ-2» Журнал "Промышленное и гражданское строительство" №3/2006 25.05.2006
7. М.А.Фомичев (ЗАО ЦНИИОМТП, Москва) Журнал "Жилищное строительство" №4/2006 30.05.2006
8. Сергей Знобищев, инженер ЗАО НПП «Навгеоком», Геннадий Шаров, инженер представительства Trimble в России Журнал "Строительная техника и технологии" №3/2004 22.06.2004

Гладышева М.В.

Типизация и стандартизация в русском градостроительстве XVIII – XIX в.)

ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва  
(Россия, Саранск)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-461

**Abstract**

Статья посвящена анализу принципов типизации и повторности в русском градостроительстве XVIII - первой половины XIX в. Сохранившиеся постройки и проекты дают сейчас представление о том, как в прошлом решались композиционные задачи, связанные с применением принципов типизации и повторности. В первой половине XIX в. число различных видов зданий и сооружений, для которых были составлены типовые проекты, стало чрезвычайно большим. Типизации подвергались не только жилые дома и сооружения небольшого объема, но и крупные объекты, игравшие значительную роль в формировании архитектурного облика городов. Вместе с тем строительство общественных зданий по типовым проектам не приводило к обезличиванию отдельных городов и к однообразию их архитектурной характеристики. Это достигалось умелым и продуманным расположением зданий в системе городской застройки. Еще в конце XVIII в. русские градостроители разрабатывали методику решения центров различных городов с помощью типовой группы общественных зданий. Такая группа являлась органической составной частью оригинальной планировочной структуры городов, зависевшей от природных условий и сложившейся системы городского плана.

**Ключевые слова:** архитектура, вторичность, идеология, метод тотального копирования.

**Abstract**

The article is devoted to the analysis of the principles of typification and repetition in Russian town-planning of the 18th - the first half of the 19th century. The surviving buildings and projects now give an idea of how compositional problems related to the application of the principles of typification and repetition were solved in the past. In the first half of the 19th century, the number of different types of buildings and structures for which typical projects were drawn up became extremely large. Not only dwelling houses and buildings of small volume, but also large objects that played a significant role in shaping the architectural appearance of cities were subjected to typisation. At the same time, the construction of public buildings according to standard designs did not lead to depersonalisation of individual cities and to the monotony of their architectural characteristics. This was achieved by skilful and thoughtful arrangement of buildings in the system of urban development. Back in the late 18th century, Russian urban planners developed a method of solving the centres of various cities with the help of a typical group of public buildings. Such a group was an organic component of the original planning structure of cities, depending on the natural conditions and the established system of the city plan.

**Keywords:** architecture, secondary, ideology, method of total copying.

Типовые проекты были известны ещё во времена Руси, когда основным и самым доступным материалом строительства было дерево. В древней Руси было применено строительство в экстремально сжатые сроки для возведения отдельных сооружений, крепостей и даже целых городов. Одним из основных методов реализации такого "скоростного" строительства была использована полная или частичная сборность сооружений. В результате развития этого подхода, основанного на сборности элементов и появления регулярного планирования городов, а также наследования традиции строительства по образцам, к концу XVII века была создана материальная основа для типизации массового строительства.

В XVIII - XIX веках проекты, обнаруживающие характеристики типовых решений, не обладали официальным названием. Они были известны как "образцовые", "примерные", "нормальные" и так далее.

В русском градостроительстве XVIII - XIX веков широко применялись принципы типизации и повторности. Эти принципы использовались в основном для строительства жилых и общественных зданий, определяющих архитектурный облик не только отдельных улиц, площадей и кварталов, но и целых районов и городов. Главной целью использования типовых и повторных проектов было создание регулярных ансамблей городов. Типовая застройка имела преимущества перед индивидуальной застройкой в условиях новых регулярных планов, отражая идеи регулярности, заложенные в градостроительных решениях. Успехи типового строительства в XVIII и первой половине XIX века были связаны с тем, что типовые проекты отражали передовые художественные взгляды времени и служили средством осуществления прогрессивных идей градостроительства. Кроме того, типовые проекты во многих случаях демонстрировали наиболее рациональное планирование зданий и пропагандировали достижения в строительной технике. В разработке типовых проектов участвовали ведущие мастера, что обеспечивало быстрое и качественное строительство при ограниченном числе высококвалифицированных специалистов. Проекты массово распространялись и государственно финансировались, а также отправлялись в губернские и уездные центры. Типовые проекты способствовали распространению единой системы художественных взглядов, разработанных ведущими мастерами. Однако эстетические преимущества типовых проектов недостаточно для успешной практической реализации. Принципы типизации осуществлялись полностью только при наличии следующих условий: взаимосвязанный комплекс экономических, эстетических и эксплуатационных преимуществ типовой застройки по сравнению с индивидуальной застройкой, а также централизованная, государственная система финансирования и организации типового проектирования и строительства. Результаты государственной пропаганды с использованием типовых проектов особенно заметны в первой трети XIX века. В этот период достигались значительные успехи в типовом и повторном строительстве, тесно связанные с развитием русской архитектуры и градостроительства.

Несмотря на отдельные успехи, возможности развития принципов типизации в частном жилом строительстве были весьма ограничены. Частные жилые дома возводились без определенной последовательности, в зависимости от потребностей и возможностей владельцев отдельных участков, поэтому законченное ансамблевое решение фронта застройки рядовых городских улиц было явлением редким. Оно имело место лишь в тех случаях, когда государство вело строительство за свой счет, продавая затем построенные здания отдельным частным лицам.

С наибольшей же полнотой принципы типизации и повторности осуществлялись в "казенном", государственном строительстве. Умелое использование этих принципов позволило достигнуть в композиции многих ансамблей значительного художественного и градостроительного эффекта, было целесообразным не только в эстетическом, но и в эксплуатационном отношении и имело некоторые экономические преимущества перед индивидуальным строительством: сокращались расходы на проектные работы и сам процесс строительства, заключающийся в многократном повторении одного здания, несколько облегчался.

Строительство этих комплексов велось в рамках централизованной, государственной системы проектирования, финансирования и организации строительства, поэтому такая система позволяла комплексно проектировать планировку и объемное решение каждой архитектурно-планировочной системы, сосредоточивать затем строительство в пределах конкретных небольших районов и в точности воспроизводить в натуре в сравнительно короткие сроки заранее продуманные проекты целых комплексов.

В настоящее время, с учетом современных требований архитектуры и градостроительства, особую значимость представляют некоторые композиционные методы, используемые русскими архитекторами XVIII-XIX веков при строительстве типовых и повторяющихся зданий. Уже тогда архитекторам приходилось сталкиваться с множеством спорных вопросов в повседневной практике, связанных с планировкой городской застройки, размещением зданий, создаваемых по типовым и повторяющимся проектам, а также с

определением номенклатуры объектов, подлежащих типизации, и необходимым количеством типовых проектов и др. Научное исследование современной архитектурной и градостроительной практики поднимает вопрос о значимости композиционных приемов, использованных русскими архитекторами XVIII-XIX веков при создании типовых и повторяющихся зданий. Рассмотрение этой темы требует более глубокого анализа и изучения различных аспектов, с которыми сталкивались архитекторы того времени.

Строительство зданий по типовым и повторным проектам представляло собой сложный процесс, сопровождаемый неоднозначными решениями. Ответы на вопросы, связанные с городской застройкой, выбором местоположения зданий и определением типовых проектов, требовали глубокого анализа и обсуждения со стороны архитекторов. Кроме того, требовалось определить, какие объекты подлежат типизации, и какое количество типовых проектов необходимо создать. Исследование и анализ использованных композиционных приемов русскими архитекторами в XVIII-XIX веках позволяет лучше понять их вклад в развитие архитектуры того времени и дает возможность применить эти знания в современной практике. Такой анализ является важным шагом для понимания и дальнейшего совершенствования современной архитектуры и градостроительства.

К числу таких спорных вопросов, не потерявших актуальность и в наше время, можно отнести, например, следующие: целесообразно ли создавать типовые проекты крупнейших общественных зданий и не приведет ли это к обезличиванию архитектурного облика центров крупных городов? Каким должен быть состав серии типовых проектов жилых домов? Каково должно быть число серий? Следует ли осуществлять повторное строительство сосредоточенно или нужно разбрасывать его по всей территории города? Каким должно быть оптимальное число повторений одного здания подряд в условиях строчной системы застройки?

Архитектурное решение зданий, входивших в состав серий, было подчинено единой теме, что способствовало стилистической целостности и единству масштаба застройки городских центров. Единой теме архитектурного решения зачастую подчинялись не только общественные, но и жилые здания. Ко второй половине XVIII в. относятся интересные проектные предложения, в которых предусматривалось создание для некоторых крупных городов самостоятельных серий типовых проектов жилых домов. Иногда в эти серии включались и проекты общественных зданий для строительства в центре города. Тем самым отдельные крупные города должны были получить своеобразную архитектуру массовой застройки, отличную от других городов, при сохранении общего принципа типизации массового строительства.

Особенно широкое распространение указанный принцип получил с конца XVIII в. в проектировании и строительстве ряда архитектурных ансамблей. Индивидуальная архитектурная характеристика отдельных комплексов в сочетании с многократной повторяемостью основных элементов внутри каждого из них нашла себе место в строительстве самых различных ансамблей.

Плановое решение зданий было зачастую типовым не только для одного, но и для нескольких комплексов. Однако одинаковые в плане здания получали свою индивидуальную архитектуру фасадов в каждом из этих комплексов, повторяясь ограниченное число раз. Казарменные и складские ансамбли первой половины XIX в., пожалуй, наиболее яркий и показательный материал для изучения того градостроительного эффекта, который давало применение повторного строительства.

В повторном строительстве первой половины XIX в. в первую очередь обращает на себя внимание тот факт, что одинаковые здания сосредоточивались в одном месте, не повторяясь в других районах города. Повторявшиеся здания были, как правило, очень скромны по своей архитектуре и сравнительно невелики по размерам. Разбросанные по разным районам города, они потерялись бы среди окружающей застройки и их строительство не дало бы положительного градостроительного эффекта. Напротив, объединение ряда одинаковых зданий в единую архитектурно-планировочную систему давало серьезный градостроительный эффект. Будучи одним из звеньев этой системы, каждое повторяемое здание не имело самостоятельного



значения. Архитектура этих зданий была предельно простой. Однако повторение ряда простейших элементов, расставленных со строгим учетом их положения в системе городской застройки, давало законченный комплекс, являвшийся значительной градообразующей величиной.

Такие комплексы обычно не ставились изолированно. Если число одинаковых зданий было больше четырех-пяти, наряду с ними в архитектурно-планировочную систему включались одно-два индивидуально спроектированных здания. Наиболее общий принцип композиции подобной системы заключался в следующем: повторяемые здания составляли ряды строчной застройки, находившиеся в соподчинении с развитым пространственным элементом, застроенным индивидуально спроектированными зданиями. Архитектурная характеристика разных районов города определяется своеобразным планировочным решением и уникальным обликом каждого ансамбля. Это достигается благодаря применению принципов типизации и повторности в процессе застройки. Эти принципы позволяют избежать однообразия в городской застройке и придать районам неповторимую архитектурную характеристику. Преимущество такого подхода заключается в том, что каждый район получает свой уникальный облик, отражающий его историю и особенности. Такие различия в архитектуре делают город визуально интересным и привлекательным для жителей и туристов.

\*\*\*

1. Белов А. «Массовое домостроение в России: история, критика, перспективы»: Сб. статей. – М.: «АВТ групп», 2016.
2. Ожегов С.С. Типовое и повторное строительство в России в XVIII – XIX веках. – М.: Стройиздат, 1984, - 168 с.

**Гоменко Н.Д., Гулякин Д.В.**

### **Мультимедийные технологии в строительной сфере**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-462

#### **Аннотация**

Облик современного города создается не без помощи мультимедийных технологий. Они позволяют максимально рационально справляться с многофункциональными задачами, сэкономив ресурсы. В данной статье будут рассмотрены способы применения мультимедийных технологий в строительной сфере и их развитие в России.

**Ключевые слова:** Мультимедийные технологии, BIM-моделирование, беспилотники, 3D печать.

#### **Abstract**

The appearance of a modern city is created not without the help of multimedia technologies. They allow you to cope with multifunctional tasks as efficiently as possible, saving resources. This article will discuss ways to use multimedia technologies in the construction industry and their development in Russia.

**Keywords:** Multimedia technologies, BIM-modeling, drones, 3-D printing.

Технология мультимедиа – это технология, которая обеспечивает одновременную работу со звуком, видеороликами, анимацией, статистическими изображениями и текстами в интерактивном режиме.

Одним из главных мультимедийных внедрений последних лет является BIM-проектирование. BIM (Building Information Model) - информационная модель здания. В ней данные об объекте строительства представляют собой не бесконечные таблицы и перечни, а структурированную виртуальную модель с параметрами, скоординированными между собой и

имеющими конкретную геометрическую привязку. В такую модель легко вносить изменения и обновления и быстро извлекать из нее требуемую информацию об объекте. Применение информационного моделирования зданий не только облегчает и ускоряет процесс проектирования. Цифровая модель может использоваться для управления на протяжении всего жизненного цикла здания, в том числе для:

- создания архитектурной идеи и первичной визуализации проекта для показа заказчику;
- проведения анализа и расчетов, принятия на их основании проектных решений;
- создания проектной документации и автоматического составления смет;
- заказа строительных материалов;
- управления возведением здания, его реконструкцией и ремонтом;
- управления эксплуатацией здания;
- управления сносом и утилизацией.

Такие широкие возможности делают информационное моделирование принципиально новым инструментом, который полезен и архитекторам с проектировщиками и строителями, но также и собственникам зданий, управляющим компаниям, сервисным службам.

Например, при возникновении проблем в системе отопления (допустим, утечка на каком-то участке трубы) управляющая компания может вместо проведения традиционной инспекции здания предварительно обратиться к цифровой модели и составить список «узких мест», подлежащих проверке в первую очередь. [1].

С помощью BIM застройщики могут точно контролировать расходы, видеть в реальном времени отчеты по закупкам и использованию материалов. BIM-модель позволяет быстро построить график производства работ, за секунду узнать планируемый срок готовности любого элемента здания. В связке с электронным документооборотом и электронными цифровыми подписями BIM-модель резко сокращает объем «живого» контроля на стройплощадке, в том числе со стороны государства[2]. С 1 января 2022 года в России все строительные госзаказы должны проектироваться в BIM[3].

Для решения проблем геологического фактора внедряется георазведка посредством аэромониторинга. Беспилотники, способные охватить 40-50 гектар за сутки, с высокоточными георадарами позволяют с помощью технологий фотограмметрии по данным лазерных сканеров создать 3-D модель поверхности и интегрировать её в BIM. Это позволяет на самом раннем этапе строительства утвердить в проекте верные технические решения[4]. Ученые из Национального исследовательского университета «МИЭТ» создали радиолокатор для дистанционного зондирования земли с беспилотников. Пока летающий радар умеет только видеть сквозь листву, но в планах — доработать его модулем диапазона 350–400 МГц, который позволяет заглядывать на небольшую глубину под землю. В России применяется в основном на крайнем севере с целью поиска протаяк в зоне вечной мерзлоты перед началом строительства[5].

Самое масштабное нововведение, кардинально меняющее процесс строительства – 3D печать. Эта технология позволяет возвести объект недвижимости за счёт поэтапного наложения строительной смеси под управлением автоматики. Строительный принтер сам готовит смесь из заложенных в него компонентов и слой за слоем строит конструкции, будь то стена или перекрытие. Современные принтеры работают не только в фабричных условиях: их можно установить прямо на стройплощадке. С применением 3D печати, традиционное строительство расширило горизонты своих возможностей.

Рассмотрим преимущества этой технологии:

- 1) *Уникальный дизайн.* 3D печать даёт возможность создавать очень сложные конструкции, не ограничивая себя привычными законами домостроительства;
- 2) *Скорость застройки.* Новое здание можно построить с нуля практически за сутки. Например, дом, площадью 50-80 квадратов успешно формируется за 24

часа. Сам принтер легко транспортировать и при необходимости перенастраивать. Это занимает не более 30 минут;

- 3) *Экономия ресурсов.* Строительный принтер исключает необходимость дополнительного оборудования. Кроме того, он значительно уменьшает вероятность перерасхода материалов. Если в традиционном строительстве отходы достигают до 30%, которые ещё нужно утилизировать, то здесь их практически нет. Существуют даже принтеры, которые работают на солнечной энергии и контролируют выделение углекислоты.

В 2017 году Иркутская компания Aris Cor впервые в России напечатала на 3D-принтере дом. Строеие площадью всего 38 м<sup>2</sup> печатали на заводе. В 2019 году эта же компания возвела в Дубае двухэтажное здание при помощи 3D-печати. На этот раз принтер работал уже на стройплощадке, и его создатели с гордостью заявили, что устройству не нужны рельсы, так как его можно установить на неровную поверхность. С этим проектом российские строители попали в Книгу рекордов Гинесса.

Таким образом, в России строительная сфера масштабно развивается и делает успешные шаги к информатизации этой сферы путём усиления роли мультимедиа технологий в индустрии.

\*\*\*

1. Digital BIM Technologies in Construction: V5D Digital BIM Technologies in Construction: V5D - YouTube.
2. Концепция BIM-проектирования: история, преимущества, сложности внедрения // <https://habr.com/ru/companies/first/articles/714052/>
3. Бабаева Айгюн Дилана Понятие о почвенном картографировании с использованием аэрокосмических снимков // <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-o-pochvennom-kartografirovanii-s-ispolzovaniem-aerokosmicheskikh-snimkov?ysclid=lo3hcv5wu4653633459>
4. Квартальнов Семён Викторович, Макулов Владислав Витальевич // 3D печать в строительстве <https://cyberleninka.ru/article/n/3d-pechat-v-stroitelstve?ysclid=lo3hhqbf1v568482378>
5. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-3d-pechati-v-stroitelstve-i-perspektivy-ee-razvitiya?ysclid=lo3h9iyeqe905077956>

**Губаренко И.А., Гулякин Д.В.**

### **Мониторинг и интегрированные системы безопасности строительных объектов**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-463

#### **Аннотация**

В данной статье представлено описание интегрированных систем безопасности. Рассмотрены её цели назначения, принципы работы, компоненты, подходы объединения, преимущества и примеры применения.

**Ключевые слова:** ИСБ, безопасность, контроль, управление, анализ, мониторинг, система.

#### **Abstract**

This article provides a description of integrated security systems. Its purpose, principles of operation, components, integration approaches, advantages and examples of application are considered.

**Keywords:** HMB, security, control, management, analysis, monitoring, system.

Интегрированная система безопасности (ИСБ) - это комплексное решение, объединяющее различные виды защитных мероприятий и технологий для обеспечения безопасности объектов. Она включает в себя систему видеонаблюдения, контроля доступа,

пожарной сигнализации и охранной сигнализации, а также другие элементы, необходимые для обеспечения безопасности объекта.

Основной целью является предотвращение незаконных действий и обеспечение безопасности персонала и имущества. Она позволяет проводить непрерывный мониторинг объекта и реагировать на возможные угрозы в режиме реального времени. Это особенно важно для крупных предприятий, офисных зданий, складов и других объектов, где безопасность является приоритетом.

Принцип работы заключается в создании целостной системы, в которой различные компоненты взаимодействуют между собой и обеспечивают непрерывную защиту объекта. Она автоматически реагирует на угрозы и предупреждает о них, что позволяет максимально снизить риски и обезопасить персонал и имущество.

ИСБ обеспечивает множество функций и возможностей, включая:

- Контроль доступа: система позволяет ограничить доступ к различным зонам или помещениям, авторизовать конкретных сотрудников и отслеживать время их пребывания в здании.
- Видеонаблюдение: система оснащена камерами для непрерывного наблюдения и записи видеофайлов, что позволяет обнаружить и расследовать инциденты.
- Охранная сигнализация: система оснащена датчиками, которые могут активироваться в случае проникновения в несанкционированные зоны или в случае пожара.
- Пожарная сигнализация: система оснащена датчиками, которые автоматически срабатывают при обнаружении дыма или возгорания, оповещая о пожаре и активируя противопожарные мероприятия.
- Управление системами: система позволяет централизованно управлять всеми компонентами безопасности, такими как двери, камеры, датчики и т. д.

А также подсистема оповещения, пожарная и инженерная автоматика, система передачи данных, средства синхронизации точного времени на объекте, электротехнический контур гарантированного электропитания, аварийное освещение и др.

Интегрированная система безопасности является эффективным средством обеспечения безопасности и контроля в различных объектах и благодаря своей гибкости и масштабируемости, такая система может быть адаптирована под конкретные требования и потребности каждого объекта.



Рисунок 1. Пример ИСБ. ИСБ и компоненты, входящие в нее.

Важнейшим критерием интеграции является взаимодействие систем безопасности, представляющих единое решение. Можно классифицировать три подхода объединения разных аппаратных платформ:

- аппаратный, когда взаимодействие происходит на уровне программируемых релейных контактов;

- программный, при котором, роль интегратора выполняет специализированный софт;
- программно-аппаратный, сочетающий оба способа.

Уровень интеграции определяет скорость работы системы: аппаратный – самый быстрый, программный – отличается большей гибкостью и универсальностью.

Выделяют также уровни интеграции в самой схеме ИСБ. Это именно то, что определяет архитектуру конкретной системы:

- клиент-серверный или связи центра и периферии, операционных систем устройств через IP-адреса;
- локальный или взаимодействие составляющих в каждой местной части системы;
- адресно-серверный, работающий по протоколам интерфейсов RS485 или аналогичных;
- продвинутый, позволяющий масштабировать ИСБ, добавлять новые функции и подсистемы.

В интегрированной системе безопасности мониторинг и анализ данных являются важными компонентами. Они позволяют осуществлять непрерывное наблюдение за различными аспектами системы безопасности, а также проводить анализ полученной информации для выявления угроз и принятия мер по их предотвращению.

Мониторинг данных осуществляется с помощью специальных сенсоров, которые устанавливаются на различных объектах системы безопасности. Эти сенсоры могут быть представлены в виде камер видеонаблюдения, датчиков движения, пожарных и противопожарных датчиков, датчиков проникновения и других устройств. С помощью этих сенсоров осуществляется непрерывный сбор информации о состоянии системы безопасности и окружающей среды.

Полученные данные подвергаются анализу с использованием специальных алгоритмов и методов. Они позволяют выявлять аномальные ситуации (вторжение на охраняемую территорию, пожар, взлом). Анализ данных также может проводиться путем сравнения текущих данных с предыдущими значениями и определением изменений на основе статистических показателей.

Преимущества использования ИСБ:

- Улучшение безопасности: Интегрированная система безопасности объединяет различные аспекты безопасности, такие как контроль доступа, видеонаблюдение, пожарная безопасность и системы оповещения, в единое управляемое решение. Это позволяет легко контролировать и координировать все аспекты безопасности в организации, что значительно повышает уровень безопасности.
- Удобство управления: Интегрированная система безопасности предоставляет единый пульт управления или программное обеспечение, которое позволяет оператору контролировать и отслеживать все аспекты безопасности из одного места. Это упрощает управление системой и позволяет оператору быстро реагировать на возникшие события и угрозы.
- Эффективность: Интегрированная система безопасности позволяет оптимизировать использование ресурсов, таких как камеры видеонаблюдения или датчики движения. Например, система может автоматически активировать камеру и записывать видео только при обнаружении движения или определенных событий. Это позволяет сократить количество ненужной информации и упростить анализ данных.
- Централизованное управление: Интегрированная система безопасности позволяет централизованно управлять всеми аспектами безопасности в организации, даже если они расположены на разных объектах или в разных

городах. Это упрощает управление и позволяет быстро реагировать на события в реальном времени.

- Гибкость и масштабируемость: Интегрированная система безопасности позволяет добавлять или изменять компоненты безопасности по мере необходимости. Новые камеры видеонаблюдения, датчики движения или системы контроля доступа могут быть легко интегрированы в существующую систему без дополнительных сложностей. Это позволяет системе расти и адаптироваться вместе с организацией.

Примеры применения ИСБ:

- Офисные здания: Интегрированные системы безопасности в офисных зданиях включают в себя контроль доступа, видеонаблюдение и системы пожарной безопасности. Эти системы обеспечивают защиту от несанкционированного доступа, контролируют перемещение людей внутри здания и предотвращают возгорания.
- Промышленные предприятия: Интегрированные системы безопасности на промышленных предприятиях обеспечивают безопасность рабочих мест, контролируют доступ к опасным зонам и предотвращают несчастные случаи. Они также могут включать системы контроля загрязнения воздуха и воды, чтобы обеспечить здоровую и безопасную рабочую среду.
- Торговые центры: В торговых центрах интегрированные системы безопасности играют важную роль в предотвращении краж, обеспечении безопасности посетителей и сотрудников, а также контроле доступа к различным зонам. Системы видеонаблюдения и тревожной сигнализации помогают оперативно реагировать на проблемные ситуации и предотвращать возможные преступления.
- Банки: В банках интегрированные системы безопасности обеспечивают защиту банковских данных, контролируют доступ к хранилищам ценностей и обеспечивают безопасность клиентов и сотрудников. Также такие системы используются для видеонаблюдения на банковских площадках и в помещениях банка.
- Транспортные системы: Интегрированные системы безопасности применяются в общественном транспорте, аэропортах и железнодорожных станциях для обеспечения безопасности пассажиров, защиты от террористических актов и предотвращения хищений. Они включают в себя системы видеонаблюдения, контроля доступа и тревожной сигнализации.

\*\*\*

1. Интегрированная система безопасности: определение, принципы работы и преимущества. <https://городец870.рф/faq/integrirvannaya-sistema-bezопасnosti-opredelenie-principy-raboty-i-preimushhestva>
2. Интегрированные системы безопасности. <https://tatprofing.com/blog/integrirvannye-sistemy-bezопасnosti/>
3. Ганина Е.В., Гулякин Д.В. Интегрирование системы безопасности и мониторинга строительных объектов // Тенденции развития науки и образования М., 2021. С. 39-42.

**Гученко В.Р., Гулякин Д.В.**

**Использование информационных технологий в управлении персоналом**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-464

**Аннотация**

Информационные технологии все стремительнее развиваются с каждым годом. Их влияние на каждую сферу общественной жизни, безусловно, велико. Они позволяют

упростить труд, при этом, не понижая эффективность управления и достоверность данных. В статье рассматривается сущность и влияние автоматизации на данную отрасль. Выяснено, что информационные технологии значимы в управлении персоналом и выделяют организации, использующие их на фоне других.

**Ключевые слова:** Информационные технологии, управление, персонал, автоматизация, развитие.

### Abstract

Information technologies are developing more rapidly every year. Their influence on every sphere of public life is certainly great. They make it possible to simplify work, while not reducing the efficiency of management and the reliability of data. The article examines the essence and impact of automation on this industry. It was found out that information technologies are significant in personnel management and distinguish organizations using them from others.

**Keywords:** Information technology, management, personnel, automation, development.

Развитие человеческого общества – это неизменный процесс. Он проявляется во всех сферах: в медицине создаются новые методы лечения сложных болезней, в фармации работают над новыми лекарственными препаратами, а в строительной сфере изобретают новые способы постройки зданий и сооружений.

Какую бы сферу или отрасль современного общества мы не рассматривали, то она обязательно развивается. Но что их объединяет, так это внедрение информационных технологий.

Информационные технологии плотно укоренились в нашей жизни, а их повсеместное использование делает ее проще и лучше. Благодаря им есть возможность не только снизить энергозатраты, но и не потерять при этом точность и достоверность данных.

Кроме того, информационные технологии уже в течение многих лет помогают эффективно реализовать многие рутинные обязанности и рядовым сотрудникам служб по управлению персоналом, такие как подбор персонала, учет личных карточек сотрудников, документооборот, отчетность и прочее.

Управление персоналом – это деятельность организации, связанная с наймом сотрудников, их обучением, удержанием, мотивацией, выплатами вознаграждений и развитием. Как правило, таким занимается специализированное подразделение.

Персонал — это базис любой организации, именно от качества и производительности труда людей зависит результат и финансовые показатели развития предприятия, потому что в современном мире задач становится все больше, а времени для выполнения все меньше.

Информационные технологии в управлении персоналом автоматизируют многие функциональные задачи. К таковым относят:

1. Кадровый учет.
2. Расчет заработной платы.
3. Наймы работников.
4. Тестирование и многое другое.

На сегодняшний день использование информационных технологий в управлении персоналом – это необходимая составляющая, которая дает эффективное и грамотное управление любой компании.

Информационные технологии находятся в тесной взаимосвязи с таким понятием как «автоматизация». Оно представляет собой процесс переноса или передачи операций, выполняемых вручную человеком, различным устройствам, программам и так далее. В России существует большое количество автоматизированных систем, но большим спросом пользуются:

- «АиТ: Управление персоналом»;
- «БОСС-Кадровик»

- «1С: Зарплата и кадры»
- «Компас: Управление персоналом» и другие.

На сегодняшний день все продукты автоматизации можно сгруппировать в определенную структуру:

### *1. Справочные системы*

Данные системы нельзя отнести к автоматизированным, которые позволяют существенно сократить количество действий, выполняемых при реализации той или иной операции. Это структура, предоставляющая данные по специальному запросу. Она предназначена для быстрого поиска и подачи сведений в удобном формате. В России наибольшую популярность имеют «Гарант» и «Консультант Плюс».

### *2. Автоматизирующие отдельные участки деятельности кадровой службы*

Такие программы автоматизируют локальные части деятельности кадровых служб. К таким относят расчет заработной платы, учет сотрудников, составление расписания и многое другое. Большим спросом пользуются «Облачный сервис БИТ. СТРОИТЕЛЬСТВО 365», «1С: Бухгалтерия строительной организации», «Элит - строительство 8» и другие.

### *3. Автоматизированные комплексные системы управления персоналом*

Это полноценные программы, которые позволяют автоматизировать все области деятельности предприятия. К таким относятся «АиТ: Управление персоналом», «БОСС-Кадровик», «1С: Зарплата и кадры», «Компас: Управление персоналом» и другие.

Внедрение информационных технологий – серьезное и ответственное дело в каждой организации. Однако стоит осознавать какие последствия это может принести и как скажется на рабочем процессе всех структур и сфер. Как и все новое, внедрение информационных технологий имеет и положительные, и отрицательные факторы, которые заставляют задумываться над целесообразностью данного действия.

Есть множество факторов «за» внедрение информационных технологий в рабочий процесс предприятия. К таким относятся:

- Экономичность;
- Экономия времени;
- Оперативность;
- Повышение скорости разработки и
- Повышение скорости принятия управленческих решений;
- Высокая точность ведения отчетности;
- Четкое соблюдение законодательства;
- Уменьшение затрат на управленческие процессы;
- Рост производительности труда;
- Отслеживание всех совершаемых процессов в организации.

Однако существуют и такие факторы, которые могут негативно сказаться, необходимо их знать и помнить, чтобы устранять, тем самым не подвергать угрозе работу всей организации:

- Неграмотное руководство;
- Неграмотное управление;
- Возможность выхода из строя электронных систем
- Негативное влияние на способности грамматически и синтаксически правильно выражать свою мысль.
- Некомпетентность сотрудников;
- Отказ сотрудников от работы;
- Ошибочная постановка задачи;
- Отсутствие постановка задачи, а также многие другие факторы.

Информационные технологии в сфере управления персоналом – это не только эффективное управление и уменьшение трудоемкости, но и один из факторов преимущества среди конкурентных организаций. Это связано с тем, что информация является одним из



наиболее весомых ресурсов любой компании, а сохранение, накопление и грамотное использование ее позволяет организации находиться всегда на шаг впереди своих конкурентов, по минимуму использующих информационные технологии в управлении персоналом.

Подводя итог, отметим, что внедрение информационных технологий в деятельность организации – является не только базисом упрощения рабочего процесса, но фактором, который выделяет на фоне ряда похожих предприятий.

Информационные технологии способствуют упрощению работы, повышению эффективности и высокой точности данных.

Они способствуют четкому и что более важно достоверному управлению руководящего аппарата.

Роль информационных технологий в HR-менеджменте обусловлена, в первую очередь, решением актуальных задач, существующих в данной сфере, а именно:

1. Поиск новых кадров.
2. Регистрация данных.
3. Учет трудовых ресурсов.
4. Формирование должностных инструкций.
5. Планирование трудовых ресурсов.
6. Учет трудовых ресурсов.
7. Контроль подотчетных сумм.

И многое другое, где влияние информационных технологий будет продуктивнее, чем работа человека.

\*\*\*

1. Агафонова М. С., Климачева А. К., Гайдар К. О. Использование информационных технологий в сфере управления персоналом // Научно-методический электронный журнал «Концепт». - 2017. - Т. 39. - С. 546-550.
2. Кайль Я.Я., Ламзин Р.М., Епинина В.С. Эффективность и результативность применения инновационных технологий в государственном управлении: отечественный и зарубежный опыт // Региональная экономика. Юг России. - 2016. - №3. - С. 15-24.
3. Организация участников в звене: проектировщик-заказчик-подрядчик. [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/eppW2>
4. 2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. <http://www.gks.ru>.

**Корюкова Ю.Д.**

### **Реновация и редевелопмент жилищного фонда как факторы качественного развития городов**

*Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина  
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-465

#### **Аннотация**

Важнейшей задачей национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России» является качественное улучшение жилищных условий населения, приведение существующего жилищного фонда в соответствие с современными требованиями к уровню комфортности и благоустройству. В статье изучена концепция реновации жилищного фонда как фактора качественного развития городов.

**Ключевые слова:** Реновация, реконструкция, редевелопмент, жилищный фонд

**Abstract**

The most important task of the national project "Affordable and Comfortable Housing for Russian Citizens" is the qualitative improvement of housing conditions of the population, bringing the existing housing stock in line with modern requirements to the level of comfort and improvement. The article studies the concept of housing stock renovation as a factor of qualitative development of cities.

**Keywords:** Renovation, reconstruction, redevelopment, housing stock

В мегаполисах России существуют проблемы территориального развития, что оказывает влияние на качество жизни граждан. В то же время, плотность застройки в городах-миллионниках достигла высоких уровней и является большой проблемой по поиску свободного места под застройку. Все это препятствует возведению новых объектов в наиболее востребованных районах города. Кроме того, в городах имеется много ветхого жилья и изношенного жилого фонда, который негативно влияет на общее восприятие облика городских пространств.

Ключом к правильному решению этих вопросов являются комплексные подходы при формировании планов гармоничного развития городов. По этой причине, одним из инструментов для развития городского пространства и решения планировочных проблем может выступить редевелопмент и реновация недвижимости, в этом и заключается актуальность темы исследования. Также актуальность проблемы выражается в необходимости сохранения и обновления жилищного фонда российских городов.

Именно редевелопмент подразумевает комплексное решение вопросов, которые связаны с преобразованием объектов недвижимости или территорий, не имеющих должного значения в данный момент для инвестирования средств.

Целью работы является рассмотрение и изучение реновации жилищного фонда как фактора качественного развития городов.

Только редевелопмент способен застроить те площади, которые имеют выгодное расположение в центре города или же непосредственно черты поселения с развитой инфраструктурой и транспортной доступностью.

Объектом исследования являются процесс реновации и реконструкции жилищного фонда.

Предметом исследования являются экономические отношения в жилищном комплексе, возникающие в процессе реновации жилищного фонда.

Практическая значимость исследования заключается в улучшении городской инфраструктуры, созданию общественных пространств и благоустройству территории с учетом экономических, социальных, а также других общественных интересов. Программы по редевелопменту позволяют сформировать новый и современный облик российских городов.

Одну из важных ролей в улучшении жилищного фонда и повышения качества жизни населения играет реновация и редевелопмент.

Реновация – это совокупность мероприятий, которые нацелены на обновление городского пространства и создание благоприятных условий проживания для граждан, общественного пространства в целях предотвращения роста аварийного жилищного фонда, обеспечения развития жилых территорий и их благоустройства [1]. При принятии решения о реновации обращается внимание на степень изношенности зданий и площадь, на городскую структуру и близлежащие объекты: детские сады, поликлиники, больницы, школы, колледжи, ВУЗы. Развитие территорий проводится по договору РЗТ (развитие застроенной территории) или договору КРТ (комплексное развитие территории), заключающиеся между органами власти и победителями аукциона, сторона, которая берет на себя обязательства, представляет проект планировки [2].

Повышение энергоэффективности зданий в странах Европы, в последние десятилетия стало одним из основных направлений развития строительной индустрии [3]. Например, в Финляндии после разразившегося энергетического кризиса управляющие структуры и население начали уделять больше внимания расходам на энерго- и водопотребление. В

результате реновации недвижимости - замены двухслойных окон на трехслойные, герметизации и улучшения теплоизоляции зданий, а изменения отношения населения к проблеме экономии, расход тепла был снижен почти на треть без ухудшения качества условий проживания [3].

Согласно Жилищному кодексу РФ, для принятия положительного решения о реконструкции многоквартирного жилого дома требуется согласие не менее 2/3 собственников, если реконструкция осуществляется с присоединением к помещениям части общего имущества, требуется согласие 100 % собственников [4].

За программу реновации, ее реализацию и этапность отвечают местные органы власти – они производят контроль финансирования программы, распределяют жильцов строго по тем районам, где они и жили, оказывают необходимую помощь населению. Граждане, ставшие участниками программы реновации, имеют право получить субсидии, обеспечивающие им комфортное жилье [5].

Реновация существующей жилой застройки включает ряд практических, проектных задач, необходимых для комплексной, системной и сбалансированной реорганизации сложившихся кварталов города [6]

С экономической точки зрения, реновация – это инвестиционный проект, предполагающий совокупность практических действий – проектных, экспертных, строительных и других работ, направленных на обновление жилищного фонда и решение социально-экономических задач эффективной эксплуатации жилья [7].

Ниже на рисунке 1 схематично представлены интенсивные и экстенсивные методы реновации.



Рисунок 1. Интенсивные и экстенсивные методы реновации [3]

Другими словами, реконструкция и новое строительство как методы реновации (комплексного обновления) жилой застройки способствуют росту результата от использования жилья в виде экономического блага, товара, источника дохода, увеличивают срок эксплуатации зданий и снижают издержки от использования жилья.

Особое внимание привлекают варианты строительства, не только те, которые улучшают условия проживания, но и одновременно снижают расходы на эксплуатацию жилья. Одним из таких вариантов является снос вторичного жилья, зачастую изношенного и строительство новых жилых комплексов. В данном случае снижается количество ветхого жилья, увеличивается обеспеченность населения жилищем, также происходит замена изношенных инженерных коммуникаций и благоустройство района. Кроме того, не требуются дополнительные территории под застройку [8].

Исходя из определения инвестиционного проекта реновация жилого здания имеет определенный ряд особенностей, которые отражаются на эффективности реализации [9]:

1. Проект направлен на решение социальных проблем;
2. Реконструируемое жилье находится в активной эксплуатации;

3. При реновации ветхого и ликвидации аварийного жилья необходимо финансовое и административное участие государства, муниципалитета, местных органов власти;
4. Население и жители, то есть владельцы, пользователи жилья являются как активными, так и пассивными участниками проекта;
5. В виду значительного срока службы жилых зданий необходим особый подход к установлению горизонта расчета проекта.

Реновация и редевелопмент жилищного фонда, направленные на обновление и качественное улучшение условий жизни населения, реализуется при помощи индивидуальной программы на основании поставленных задач местных властей, наличия и размера финансовых ресурсов, а также на основании исторически сложившейся ситуации городских пространств и структуры города. Таким образом, именно внедрение программы реновации способно решить острый вопрос о выполнении городской программы по переселению населения из ветхого жилья, улучшить внешний вид старых городских кварталов и повысит уровень качества городской среды и жизни населения.

\*\*\*

1. Постановление от 1 августа 2017 года N 497-ПП О Программе реновации жилищного фонда в городе Москве – Текст: электронный// Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456082244#7DE0K7> (дата обращения 10.09.2023)
2. Реновация жилья что это такое? – Текст: электронный// О недвижимости просто: [сайт]. – URL: <https://krasovolaw.com/renovatsiya-zhilya-cto-eto-takoe/> (дата обращения 18.09.2023)
3. Хохлов О.Б. Томский государственный архитектурно-строительный университет. Оценка эффективности проектов и программ реновации жилищного фонда – Текст: электронный// [Сайт] – URL: [http://ecsocman.hse.ru/data/478/522/1219/Dissertatiya\\_x28Hohlov\\_O.B.x29.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/478/522/1219/Dissertatiya_x28Hohlov_O.B.x29.pdf)
4. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 188-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10 августа 2017 г.) // СЗ РФ. – 2005. – № 1. – Ст. 14.
5. Могзоев Александр Мушкудаевич, Кузьмичева Карина Игоревна Реновация жилищного фонда города Москвы // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2017. №4 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/renovatsiya-zhilischnogo-fonda-goroda-moskvy> (дата обращения: 15.10.2023).
6. Ананьин М.Ю. Реконструкция зданий. Модернизация жилого многоэтажного здания: учебное пособие. – М.: Юрайт, 2017. – 142 с
7. Капитальный ремонт в многоквартирных домах: вопросы и ответы. Комментарии и разъяснения экспертов государственной корпорации фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства Москва: ЗАО «Библиотечка РГ», 2018. – С. 80.
8. Методы реновации жилищного фонда – Текст: электронный// Studwood.net [сайт]. – URL: [https://studwood.net/2370554/ekonomika/metody\\_renovatsii\\_zhilischnogo\\_fonda](https://studwood.net/2370554/ekonomika/metody_renovatsii_zhilischnogo_fonda) (дата обращения 12.10.2023)
9. Проблемы реконструкции жилого фонда / В кн.: Труды НГАСУ. Вып. 3. – Новосибирск, 1998. – С. 88–93. (в соавторстве с Овсянниковой Т.Ю.). – (0,3 п.л., авт.-0,15 п.л.).

**Кузнецова П.А., Гулякин Д.В.**

**Информационно-технологическое обеспечение бизнеса строительства**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-466

#### **Аннотация**

В современном бизнесе строительства информационные технологии играют важную роль. Они помогают управлять сложными и объемными процессами строительства более эффективно и точно. В статье анализируются различные подходы к бизнесу строительства и обеспечению строительной безопасности.

**Ключевые слова:** Строительство, бизнес, безопасность, информационные технологии.

**Abstract**

In the modern construction business, information technology plays an important role. They help manage complex and voluminous construction processes more efficiently and accurately. The article analyzes various approaches to the construction business and ensuring construction safety.

**Keywords:** Construction, business, security, information technology.

В современных условиях практически невозможно обойтись без информационных технологий в профессиональной деятельности, в том числе и в строительной сфере. Использование информационных технологий значительно повышает эффективность и точность строительных процессов, а также обеспечивает ценную информацию для принятия решений. Отсутствие информационных технологий может привести к ряду проблем. Во-первых, работоспособность может быть низкой, так как ручное ведение документации и расчетов занимает много времени и подвержено ошибкам. Кроме того, точность и актуальность данных могут пострадать без использования современных средств хранения и обмена информацией. Коммуникация между участниками проекта также может быть затруднена. Без доступа к интернету, электронной почте или видеоконференциям обмен информацией может быть медленным и требовать физического присутствия всех участников проекта. Невозможность использования информационных технологий также мешает применению современных средств проектирования и моделирования зданий.

Информационные технологии имеют важное значение для обеспечения строительной безопасности, предлагая эффективные инструменты и решения для предотвращения несчастных случаев и уменьшения рисков на строительных площадках. Одним из ключевых применений информационных технологий в области строительной безопасности являются системы мониторинга и контроля. Системы видеонаблюдения и безопасности, такие как датчики движения, дыма или газа, обеспечивают непрерывное отслеживание состояния строительных объектов и своевременную реакцию на возможные угрозы. Благодаря этому строители и управляющие могут оперативно принимать меры для предотвращения инцидентов и обеспечения безопасности рабочих. Информационные технологии также предоставляют возможности для обучения и тренировки работников в области строительной безопасности. Виртуальная реальность и симуляторы создают условия, максимально приближенные к реальным рабочим ситуациям, что помогает работникам получить необходимые навыки и опыт без риска для их безопасности. Такие тренировки помогают работникам лучше понимать возможные опасности и научиться правильно на них реагировать.

Информационные технологии также помогают улучшить анализ и управление рисками в строительстве. С использованием программного обеспечения, данных с датчиков и алгоритмов машинного обучения можно проводить анализ опасных ситуаций, выявлять и предупреждать угрозы заблаговременно. Это позволяет компаниям принимать меры для предотвращения инцидентов и оптимизировать процессы безопасности.

Интересным фактом является использование дронов для обеспечения безопасности на строительных площадках. Дроны позволяют обнаруживать потенциально опасные места, осуществлять инспекции и контроль качества работ без необходимости присутствия рабочих на высоте или в опасной зоне. Это снижает риск несчастных случаев и повышает безопасность строительных работ.

В целом, компьютерные технологии являются неотъемлемой частью бизнеса строительства, способствуя повышению производительности, сокращению затрат и улучшению качества работ.

В современном бизнесе строительства информационные технологии играют важную роль. Они помогают управлять сложными и объемными процессами строительства более эффективно и точно. Одним из ключевых аспектов информационных технологий в этой сфере является использование специализированного программного обеспечения для проектирования и моделирования зданий. Такое ПО позволяет создавать трехмерные модели будущих зданий, анализировать их функциональность и оптимизировать строительный процесс. Программы,

такие как AutoCAD и Revit, помогают инженерам и архитекторам создавать более точные и эффективные планы строительства, что способствует избежанию ошибок и оптимизации бюджета. Кроме того, использование такого программного обеспечения сокращает время и затраты на проектирование и предоставляет клиентам более наглядное представление о проекте. Одной из наиболее инновационных сфер применения информационных технологий в бизнесе строительства является использование расширенной реальности (Augmented Reality, AR) и виртуальной реальности (Virtual Reality, VR) в процессе проектирования и строительства. AR и VR предоставляют возможность инженерам, архитекторам и заказчикам взаимодействовать с строительной информацией в погружающей среде. Специальные устройства, такие как AR-очки или VR-шлемы, позволяют пользователям просматривать трехмерные модели здания в масштабе 1:1 и перемещаться по ним, чтобы полностью представить себе их размеры, форму и функциональность. Это позволяет выявить потенциальные проблемы еще на этапе проектирования и внести изменения в концепцию при необходимости. AR и VR также могут быть использованы для обучения рабочих, например, для тренировки выполнения сложных строительных операций безопасным образом. Это снижает вероятность ошибок и повышает производительность на строительной площадке. Таким образом, применение AR и VR в бизнесе строительства существенно повышает качество и точность проектирования, улучшает коммуникацию между участниками проекта и способствует воплощению инновационных идей. Это одна из самых актуальных и интересных областей развития информационных технологий в строительстве.

Еще одной важной ролью компьютерных технологий в бизнесе строительства является использование систем управления проектами (Project Management Systems) Информационные технологии представляют собой средство централизованного хранения и обмена данных в рамках системы, обеспечивая доступ участникам проекта к актуальной информации. Это существенно улучшает коммуникацию и снижает риск возникновения ошибок и недоразумений. В рамках систем управления проектами информационные технологии включают в себя функции планирования ресурсов, бюджетирования, контроля сроков и выполнения задач. Они позволяют автоматизировать эти процессы, упрощая их реализацию и обеспечивая точность в контроле и анализе данных. Благодаря использованию информационных технологий, строительные компании могут эффективно управлять проектами, отслеживать прогресс работ, контролировать расходы и возможные риски. Это способствует повышению производительности, снижению издержек и улучшению качества работ. Таким образом, внедрение информационных технологий в системы управления проектами является важной составной частью успешного бизнеса в сфере строительства. Они обеспечивают более эффективное планирование и контроль, улучшение коммуникации и принятие информированных решений, способствуя достижению целей проекта и повышению конкурентоспособности компании.

Кроме того, информационные технологии играют важную роль в области строительной безопасности. Специализированное ПО и системы мониторинга предотвращают различные виды несчастных случаев и опасных ситуаций на строительных площадках, контролируют соблюдение правил, использование специальной одежды и оборудования, а также обеспечивают пожарную безопасность.

Таким образом, роль информационных технологий в бизнесе строительства заключается в автоматизации процессов, оптимизации коммуникации и управлении проектами, а также повышении эффективности и точности при выполнении различных работ. Актуальность использования информационных технологий в строительной отрасли обусловлена несколькими факторами. Во-первых, с ростом сложности проектов и объема информации, которую необходимо управлять, строительная отрасль сталкивается с вызовами, которые можно преодолеть с помощью технологий, обеспечивающих эффективное управление данными и обмен информацией между различными участниками проекта. Во-вторых, информационные технологии позволяют повысить качество и безопасность строительства. Внедрение информационных технологий способствует сокращению времени и затрат на строительные

работы, а также повышению точности и надежности в планировании и контроле строительных процессов. В результате бизнес в строительной отрасли становится более эффективным и конкурентоспособным.

\*\*\*

1. Калатур Г.Ю. Некоторые вопросы оценки эффективности проектов внедрения BIM технологий/ Г.Ю.Калатур, Л.М.Папикян// Управленческие науки в современном мире.-Т.1.-С458.
2. Шевко Н.Р. Экономические ресурсы информационного общества//Сборник научных трудов КазГАСУ.- Казань, 2009, 235с.Талапов В.В. О некоторых принципах, лежащих в основе BIM// Известия высших учебных заведений. Строительство(Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет). №4(688).-с.108.
3. Инновации в строительстве [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.stroyka.ru/Rynok/1524512/innovatsii-v-stroitelstve>. Перцовский М.И. Системы промышленной и лабораторной автоматизации: методы и средства построения / М.И. Перцовский //Мир компьютерной автоматизации. - 2010. - № 3.
4. Голицына, О.Л. Информационные технологии: Учебник / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2013. - 608 с.
5. Гришин, В.Н. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебник / В.Н. Гришин, Е.Е. Панфилова. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 416 с.
6. Гвоздева, В.А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: Учебник / В.А. Гвоздева. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 544 с.
7. Светлов, Н.М. Информационные технологии управления проектами: Учебное пособие / Н.М. Светлов, Г.Н. Светлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 232 с.
8. Прохорский, Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве: Учебное пособие / Г.В. Прохорский. - М.: КноРус, 2012. - 264.

**Лазаренко Д.Ю., Кононенко В.В.**

**Экскаваторы-погрузчики: функции и характеристики. Сравнение по основным характеристикам экскаваторов-погрузчиков MST M544 и UMG TLB-935**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-467

**Аннотация**

На современном рынке спецтехники существует огромный выбор различных экскаваторов-погрузчиков с различными характеристиками. В данной статье рассматриваются основные характеристики экскаваторов-погрузчиков, на которые стоит обращать внимание при выборе спецтехники и приводится сравнение наиболее популярных на сегодняшний день экскаваторов-погрузчиков от двух различных производителей.

**Ключевые слова:** спецтехника, строительные машины, экскаваторы-погрузчики.

**Abstract**

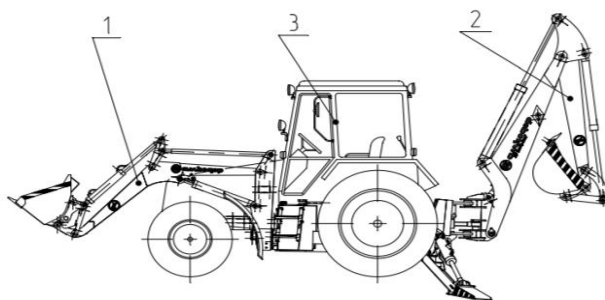
In the modern market of special equipment, there is a huge selection of different backhoe loaders with different characteristics. This article discusses the main characteristics of backhoe loaders, which are worth paying attention to when choosing special equipment and provides a comparison of the most popular backhoe loaders from two different manufacturers today.

**Keywords:** special equipment, construction machines, backhoe loaders.

На сегодняшний день экскаватор-погрузчик является незаменимой техникой при выполнении землеройных работ. Данная строительная техника одновременно выполняет несколько функций, так, например, экскаватор-погрузчик может выполнять не только землеройные работы, но и поднимать грузы. Данная машина позволяет сэкономить денежные ресурсы застройщика и уменьшить время строительства при возведении габаритных объектов. К преимуществам экскаваторов-погрузчиков можно отнести высокую мобильность, универсальность применения и простоту в эксплуатации.

Экскаватор-погрузчик состоит из следующих составных частей:

- Базовая машина (трактор)
- Погрузочное оборудование
- Экскаваторное оборудование



1 – погрузочное оборудование; 2 – экскаваторное оборудование; 3 – базовая машина

Рисунок 1. Общий вид экскаватора-погрузчика.

Привод всех рабочих движений и управление исполнительными органами экскаватора-погрузчика являются гидравлическими. Данная гидравлическая система экскаватора-погрузчика должна быть способна обеспечивать бесперебойную эксплуатацию строительной машины. Именно благодаря приводу гидравлической системы становится возможной эксплуатация переднего и заднего ковша, гидромолота, снегоочистителя, гидровращателя и другого навесного оборудования [1,2].

Принцип работы гидравлической системы экскаватора-погрузчика является простым и понятным: насос обеспечивает подачу специальной гидравлической жидкости из бака в напорную магистраль и далее через гидрораспределитель – к гидродвигателям. После этого масло обратно возвращается в бак через сливную линию, после чего охлаждается и вновь поступает в цикл работы гидросистемы.

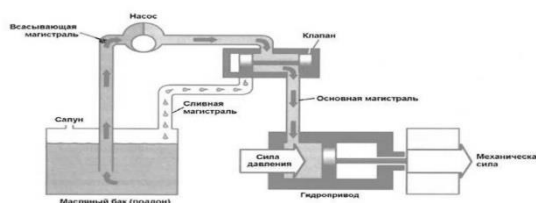


Рисунок 2. Схема работы гидропривода экскаватора погрузчика (упрощенная).

Одним из основных и важных элементов в устройстве экскаватора-погрузчика играют роль гидроцилиндры – объёмные гидродвигатели с возвратно-поступательными движениями выходного звена. Они предназначены для преобразования энергии потока специальной рабочей гидравлической жидкости в механическую энергию выходного звена. Данные гидродвигатели работают при высоких давлениях и изготавливаются одностороннего или двухстороннего действия, с односторонним и двухсторонним штоком, а также могут быть телескопические [3].

На сегодняшний день на рынке спецтехники представлен большой выбор марок экскаваторов-погрузчиков. Сейчас основным вектором направления является Турция и Китай. Наиболее популярным является турецкий бренд MST, их спецтехника отличается многофункциональностью, брендовыми европейскими комплектующими, высоким качеством узлов и сравнительно невысокой стоимостью. Именно по этим причинам в период с января по сентябрь 2022 года процент поставок из Турции экскаваторов-погрузчиков MST составил около 41% от всего объёма импорта спецтехники. Среди отечественных производителей можно выделить несколько заводов производителей: ООО «Златэкс», «СмолТра» и «Альянс компаний «Русские машины» и TEREX» [5,6].



Чтобы сравнить экскаваторы-погрузчики от разных производителей, для начала стоит разобраться с основными характеристиками, по которым стоит производить сравнение моделей и которые являются наиболее важными для будущих собственников [4]:

1. Мощность двигателя: наиболее качественные модели обладают большой мощностью, в диапазоне от 47 до 81 кВт. Мощность зависит от размера и веса спецмашины, поэтому для разных видов работ выбирают разные модели, чтобы сохранить экономическую выгоду использования того или иного экскаватора-погрузчика.
2. Стоимость деталей и обслуживания: стоимость зависит от модели, марки, комплектации. Техника может стоить не слишком дорого, но из-за отсутствия дешевых деталей обслуживание некоторых экскаваторов-погрузчиков выходит дорогим, что не является экономически выгодным.
3. Материалы, из которых изготовлена техника: качественные материалы, используемые при изготовлении спецтехники в большинстве случаев, гарантируют долговечность данной машины. Также, некоторые регионы обладают своими климатическими условиями, которые будут влиять на внешние материалы и материалы из которых изготовлены механизмы экскаваторов-погрузчиков.
4. Высота подъема.
5. Глубина копания.
6. Масса экскаватора-погрузчика: данная характеристика сильно варьируется от модели к модели и влияет на работы, которые необходимо выполнять данной спецтехнике.
7. Скорость производства работ.
8. Тип силовой установки.

Для примера рассмотрим два экскаватора-погрузчика, MST m544 и TLB-935 от завода «Тверской экскаватор».



Рисунок 3. экскаватор-погрузчик MST 544 (слева) и TLB-935 (справа).

Таблица 1

Сравнение экскаваторов-погрузчиков.

Название системы	Параметры	Характеристики	
		MST m544	TLB-935
Двигатель	Цилиндры, шт	4	4
	Объём, л	4,4	4,4
	Мощность	74,5/99	74
Экскаватор	Материал	Железо ковокое	Железо
	Объём ковша, м <sup>3</sup>	0,2	0,25
Погрузчик	Расположение	Задняя часть	Задняя часть
	Грузоподъемность, тач, кг	4050	4000
	Объём ковша, м <sup>3</sup>	1,2	1,2
Вес, общий, кг	8750	8800	
Цена, млн. руб.	8,4	8,7	

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что обе модели очень схожи по своим характеристикам, несмотря на то, что производятся разными компаниями и в разных странах. Оба данных экскаватора-погрузчика используются для схожих работ, поэтому их сравнение является наиболее объективным. Турецкая модель MST m544 выглядит более экономически выгодной, однако, именно из-за иностранного производства данного экскаватора-погрузчика, дальнейшее обслуживание данной спецтехники может выйти дороже, как и необходимые детали для замены.

\*\*\*

1. Башта, Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика / Т. М. Башта. М.: Машиностроение, 1972. 320 с.
2. Богданович, Л. Б. Гидравлические приводы / Л. Б. Богданович. Киев: Вища шк., Головное изд-во, 1980. 232 с.
3. Строительные машины: в 2 т. / А. В. Раннев [и др.]; под общ. ред. Э. Н. Кузина. 5-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1991. Т. 1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог. 496 с.
4. Лазаренко, Д. Ю. Методы управления персоналом автотранспортного предприятия / Д. Ю. Лазаренко, Е. С. Яковлева // Бюллетень транспортной информации. – 2022. – № 7-2(325). – С. 60-66.
5. Лазаренко, Д. Ю. Особенности транспортировки строительных машин / Д. Ю. Лазаренко, А. И. Кайшева, К. О. Агарян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 4. – С. 161-165. – EDN XSGJDA.
6. Лазаренко, Д. Ю. Особенности перевозки строительных материалов и конструкций / Д. Ю. Лазаренко, Н. С. Мягков // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 4. – С. 166-168. – EDN РТИНPG.

**Миронова Е.А.**

### **Особенности проектирования универсального спортивного комплекса в сельской местности Республики Бурятия**

*Общество с ограниченной ответственностью «БАЛСИ»  
(Россия, Улан-Удэ)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-468*

#### **Аннотация**

Проектирование универсального спортивного комплекса в сельской местности, особенно в таком регионе, как Республика Бурятия, требует учета ряда специфических факторов. В данной статье рассмотрены экологические требования, особенности объемно-планировочных решений и вопросы по устройству инженерных систем при разработке проектных решений для создания устойчивого, функционального и социально значимого объекта, который будет способствовать развитию местного сообщества и поддержанию активного образа жизни его жителей.

**Ключевые слова:** Окружающая среда, проектирование, сельская местность, универсальный спортивный комплекс, экологичное строительство, энергоэффективность.

#### **Abstract**

Designing a universal sports complex in rural areas, especially in a region such as the Republic of Buryatia, requires taking into account a number of specific factors. This article discusses environmental requirements, features of spatial planning solutions and issues of engineering systems in the development of design solutions to create a sustainable, functional and socially significant object that will contribute to the development of the local community and the maintenance of an active lifestyle of its residents.

**Keywords:** Environment, design, countryside, universal sports complex, eco-friendly construction, energy efficiency.

#### **Введение**

Спорт и физическая активность играют ключевую роль в поддержании здоровья населения. В сельских районах, где доступ к спортивным возможностям может быть ограничен,

создание спортивного комплекса способствует поддержанию здорового образа жизни, а также уменьшению риска различных заболеваний.

В сельской местности часто сохраняются традиции и культурные особенности, включая спортивные мероприятия. Спортивный комплекс может служить местом для проведения традиционных сельских соревнований, сохраняя их значимость.

Для создания современного, качественного, экологичного и безопасного спортивного комплекса для сельской местности необходимо учитывать некоторые особенности проектирования.

#### **Экологические требования при проектировании в сельской местности**

В сельской местности важно уделять особое внимание окружающей среде. Поскольку на территории Республики Бурятия многие населенные пункты расположены в водоохранной зоне озера Байкал, необходимо строго соблюдать законы и нормативы, проводить оценку воздействия на окружающую среду, предпринимать меры по сбережению природных ресурсов и вовлекать общественность и экологические организации в мониторинг и охрану этого уникального экосистемного объекта.

Ключевые аспекты экологичного строительства:

**Энергосбережение:** Использование эффективных технологий и материалов для уменьшения энергопотребления в зданиях. Это может включать в себя утепление, эффективное освещение и системы отопления и охлаждения.

**Использование экологически чистых материалов:** Приоритет отдается материалам, которые не содержат вредных химических веществ и производятся с учетом экологических норм.

**Управление отходами:** Строительные проекты могут уменьшать отходы, перерабатывать их и минимизировать их воздействие на окружающую среду.

**Водосбережение:** Использование технологий и практик для сбережения воды, включая системы для сбора и повторного использования дождевой воды и системы очистки сточных вод.

**Использование возобновляемых источников энергии:** Установка солнечных панелей или ветрогенераторов для собственного производства энергии.

**Долгосрочная устойчивость:** Проектирование зданий с учетом долгосрочной эксплуатации и возможности адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

**Ограничения на зонирование:** Зоны, прилегающие к озеру Байкал, разделены на разные категории, с различными ограничениями для строительства. Например, строго запрещено строительство в прибрежной полосе.

**Системы очистки сточных вод:** Строительство на берегу Байкала подразумевает строгие требования к системам очистки сточных вод, чтобы предотвратить загрязнение озера.

**Меры по сохранению природной среды:** Экологические требования включают в себя меры по сохранению и восстановлению природной среды, а также мониторинг воздействия строительства на окружающую среду.

**Учет интересов коренных народов:** Строительство на берегу Байкала подразумевает консультации с коренными народами и учет их интересов и прав.

При проектировании необходимо учитывать требования следующий нормативно-правовых актов:

1. Федеральный закон №94-ФЗ от 1 мая 1999 г «Об охране озера Байкал»;
2. Приказ от 21 февраля 2020 года N 83 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал»;
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.11.2006 № 1641-р. «Границы байкальской природной территории и ее экологических зон -

центральной экологической зоны, буферной экологической зоны и экологической зоны атмосферного влияния»;

4. Закон РФ "Об охране окружающей среды " от 10.01.2002 №7-с изм.;
5. Закон РФ "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 №96- с изм.
6. СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городов и сельских поселений»;

### **Объемно-планировочные решения**

Проектирование универсального спортивного комплекса в сельской местности имеет свои особенности, которые учитывают специфику такой локации. Вот некоторые ключевые аспекты, которые следует учесть при разработке проекта:

**Анализ потребностей общества:** Перед началом проектирования необходимо провести обширное исследование, чтобы понять, какие виды спорта наиболее популярны среди местных жителей и какие объекты спортивной инфраструктуры им наиболее необходимы.

**Гибкость в использовании:** Универсальный комплекс должен обеспечивать возможность проведения разнообразных видов мероприятий, начиная от футбольных матчей и баскетбольных турниров до концертов и ярмарок. Поэтому необходимо предусмотреть гибкую планировку и множество функциональных зон.

**Инфраструктура и доступность:** Необходимо учитывать, что сельская местность может иметь ограниченную инфраструктуру и доступность. Должен быть обеспечен удобный доступ к комплексу, созданы дороги и парковочные места, а также учтен вопрос доступности для лиц с ограниченными возможностями.

**Социальные аспекты:** Необходимо учитывать социокультурные особенности сельской местности при проектировании, включая традиции, предпочтения и интересы местного населения.

### **Инженерные системы**

Важную роль в уменьшении негативного воздействия на окружающую среду играет энергоэффективность. Для достижения данного критерия необходимо использовать экологичное отопление и электроснабжение. В этих целях предлагается использование экологичных источников:

#### **1. Фотоаккумуляция**

Фотоаккумуляция - это процесс накопления световой энергии для последующего использования. Этот процесс может быть применен в различных областях, включая фотоэлектрические ячейки, солнечные батареи, фотоаккумуляторы и другие устройства.

*Таблица 1*

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Экологичность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Инвестиционные затраты</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Долгосрочная экономия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Зависимость от погоды</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Надежность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Требование площади</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Минимальное техническое обслуживание</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Децентрализованная генерация</li> </ul>	

Стеклянная стена может быть использована для аккумуляции энергии с помощью технологии фотоэлектрического эффекта. Фотоаккумуляция энергии включает в себя использование специальных фотоэлектрических материалов, которые преобразуют солнечный свет в электрическую энергию. Такие материалы могут быть встроены в стекло, что позволяет создавать стеклянные стены, которые собирают солнечную энергию.

Фотоэлектрические материалы, встроенные в стекло, содержат полупроводники, которые преобразуют свет в электрическую энергию. Это основано на том, что свет вызывает освобождение электронов в материале, создавая электрический потенциал. Стеклянные стены с встроенными фотоэлектрическими материалами могут использоваться в зданиях, фасадах, офисах и даже инфраструктурных объектах для сбора солнечной энергии. Собранный

электрическая энергия может быть направлена в энергосистему здания или подключена к сети для распределения по другим потребителям.

## 2. Гидроэлектростанция (ГЭС)

Гидроэнергетика - это отрасль производства электроэнергии, которая основана на использовании потока воды для генерации электричества. Эта технология имеет ряд преимуществ и недостатков:

Таблица 2

Преимущества	Недостатки
■ Экологичность	■ Зависимость от ресурса
■ Управляемость	■ Инфраструктурные затраты
■ Надежность	

Мини ГЭС - это малая гидроэлектростанция, которая вырабатывает небольшое количество электрической энергии.

Принцип работы малых гидроэлектростанций ничем не отличается от принципа работы станций большой мощности. Вода водного образования, реки, озера, водохранилища, под действием напора, создаваемого своей массой, перемещается в заданном направлении и поступает на лопасти гидравлической турбины. Турбина передает свое вращательное движение на вращательное движение генератора, который вырабатывает электрический ток. Напор воды создается путем строительства плотины или естественным течением воды.

Существующие малые гидроэлектростанции классифицируются по:

### 1. Принципу действия :

- Использование «водяного колеса» - в этом случае приемное колесо помещается в водную среду параллельно поверхности воды, при этом погружается лишь частично.
- Гирляндная конструкция - в данном варианте устройства с противоположных берегов прокладывается трос, на который жестко крепятся роторы.
- С ротором Дарье - основой работы устройств данного типа является разность давлений на лопастях ротора.

С пропеллером - принцип действия аналогичен работе ветрового генератора, с разницей в том, что в случае мини ГЭС лопасти помещены в водную среду.

### 2. Возможности применения:

- Промышленное использование (180 кВт и выше)
- Коммерческое использование (до 180 кВт)
- Бытовое использование (до 15 кВт)

### 3. По конструкции турбины:

Осевые - в агрегатах этой конструкции вода движется вдоль оси турбины и попадет на лопасти, которые приходят во вращение.

Радиально-осевые - в этой конструкции вода изначально движется радиально по отношению оси турбины, а затем в соответствии с осью ее вращения.

Поворотно-лопастные - лопасти поворачиваются вокруг своей оси одновременно с вращением турбины.

### Заключение

В сельской местности важно уделять особое внимание окружающей среде. Проектирование должно учитывать эффективное использование ресурсов, возможность использования альтернативных источников энергии и сохранение природной красоты окружающей местности. При проектировании универсального спортивного комплекса в сельской местности важно стремиться к созданию устойчивого, энергоэффективного,

функционального и социально значимого объекта, который будет способствовать развитию местного сообщества и поддержанию активного образа жизни его жителей.

\*\*\*

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 30 апреля 2021 года) Принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, Одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года.
2. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменением N 1)». Утвержден приказом Минрегион России от 29 декабря 2011 г. № 635/10 – М.: Стандартинформ, 2013 г.
3. СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы. Часть 1.» Утвержден приказами ректора Санкт-Петербургской государственной академии физическо-й культуры им.П.Ф.Лесгафта от 9 февраля 2005 г. № 25 и директора ФГУП "Институт общественных зданий" от 23 апреля 2004 г. № 11 – М.: Стандартинформ, 2005.
4. СП 383.1325800.2018 «Комплексы физкультурно-оздоровительные» Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 24 мая 2018 г. N 305/пр – М.: Стандартинформ, 2018.
5. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. N 1034/пр – М.: Стандартинформ, 2018 г.
6. Федеральный закон №94-ФЗ от 1 мая 1999 г «Об охране озера Байкал».
7. Приказ от 21 февраля 2020 года N 83 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к кате-гориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал».
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.11.2006 № 1641-р. «Границы байкальской природной территории и ее экологических зон - центральной экологической зоны, буферной экологической зоны и экологической зоны атмосферного влияния».
9. Закон РФ "Об охране окружающей среды " от 10.01.2002 №7-с изм.
10. Закон РФ "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 №96- с изм.

**Осовский А.М.**

**Обзор металлических гофрированных конструкций: применения, преимущества и недостатки**

*Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет»  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-469

#### **Аннотация**

На сегодняшний день сооружения из металлических гофрированных конструкций массово внедряются в практику строительства в России. Данные конструкции имеют как множество положительных характеристик и ряд преимуществ, а также могут быть использованы для различных сооружений, так и негативных факторов. В статье рассматриваются различные виды сечений и типы дефектов и повреждений МГК. Объектом изучения выступают металлические гофрированные конструкции, их применения, преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:** Металлические гофрированные конструкции (МГК), стальной гофрированный лист, формы сечения металлических гофрированных конструкций, сооружения, строительство.

#### **Abstract**

Today, structures made from metal corrugated structures are being massively introduced into construction practice in Russia. These designs have many positive characteristics and a number of advantages, and can also be used for various structures, as well as negative factors. The article discusses various types of sections and types of defects and damage to the MGC. The object of study is metal corrugated structures, their applications, advantages and disadvantages.

**Keywords:** Metal corrugated structures, steel corrugated sheet, sectional shapes of metal corrugated structures, construction, construction.

В последнее время на территории РФ металлические гофрированные конструкции (МГК) обретают массовые применения при строительстве пропускных сооружений.

МГК используют в городах и сельских населённых пунктах, для ремонта и реконструкции мостов в дорожном строительстве, при возведении малых искусственных сооружений, тоннелей, путепроводов, акведуков, подземных пешеходных переходов, для применения в конструкциях насыпей железных и автомобильных дорог, дренажа, коммуникационных тоннелей, лавинозащитных и скальнообвальных галерей. Важно отметить, что перспективными направлениями использования металлических гофрированных конструкций являются пешеходные тоннели и переходы, транспортные и водопропускные сооружения.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, о том, что МГК используются массово в строительстве, так как их применение возможно на территориях со сложными инженерно-геологическими, инженерно-гидрологическими и климатическими условиями.

МГК состоят из стальных гофрированных листов, соединенных между собой болтами. В свою очередь, гофрированный стальной лист имеет волну гофр синусоидального профиля, изогнутый по радиусу или плоский (рис. 1) [1].

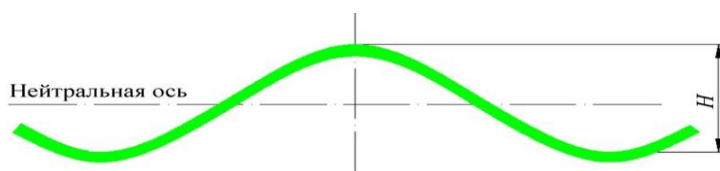


Рисунок 1. Стальной лист, имеющий волну гофр синусоидального профиля.

Для защиты от коррозии применяется горячее оцинкование. Производятся такие стальные листы методом проката или холодного штампования. Преимуществом гофрированного листа над обыкновенным гладким стальным листом заключается в том, что он является более прочным и может выдерживать большие нагрузки [1]

Существуют различные виды сечений МГК (рис. 2).



Рисунок 2. Различные виды сечения МГК.

Принятия решения в выборе очертания отверстия необходимо начинать с наиболее простой формы – правильной круговой арки или круглой трубы. Остальные формы сечения следует принимать после технико-экономического обоснования целесообразности [2]. Однако выбор оптимального сечения позволяет обеспечить наилучшие результаты эксплуатации объекта.

Далее хотелось бы более подробно рассмотреть каждый вид сечения МГК.

- Самым простым типом МГК является гофрированная труба круглого сечения. Максимальный диаметр круглых гофрированных труб составляет до 8.00 м.

Такие трубы обычно используют в качестве водопропускных сооружений на железных и автомобильных дорогах, кабельных тоннелей и канализационных труб.

- Эллиптические сечения делятся на вертикальноориентированные, которые используют в качестве водопропускных сооружений для пропуска воды при значительной разнице расчетных уровней водотока в разное время, и на горизонтально-ориентированные, которые применяются в качестве водопропускных сооружений для пропуска воды при необходимости устройства труб в низких насыпях.
- Для сооружений при низком уровне воды в водотоках, в качестве путепроводов, транспортных или пешеходных тоннелей и коллекторов используют трубы полицентрического сечения.
- Арочные очертания используют в качестве тоннелей, путепроводов, грунтозасыпных мостов. Арочное сечение делится на пониженное сечение и повышенное сечение. Используются в соответствии с необходимостью обеспечить требуемую высоту засыпки конструкции или габарита по высоте.

Далее хотелось бы рассмотреть преимущества металлических гофрированных конструкций арочного очертания:

1. Снижение затрат на транспортировку из-за малой массы и компактности гофрированных листов.
2. Применение данной конструкции уменьшает сроки возведения сооружений транспортной и инженерной инфраструктуры.
3. Установка гофрированной арки допустима при любой температуре, в связи с чем, зависимость строительных работ от погодных условий исключается.
4. Гофрированные арки используются во время ремонта разрушающихся бетонных конструкций.

Кроме вышеперечисленного металлические гофрированные конструкции имеют ряд положительных эксплуатационных качеств: малые затраты на ремонт, сопротивляемость разрушению при размывах дороги, сопротивляемость разрушающему действию льда при замерзании воды в трубах, безопасность в пожарном отношении, надежность в условиях повышенной сейсмичности [3].

Не смотря на то, что МГК имеет ряд преимуществ, к сожалению, по разным причинам, могут появиться трудности, связанные с отсутствием методик расчетных схем, которые учитывали бы особенности взаимодействий с окружающими грунтовыми массивами и деформирование. Конструкции при эксплуатации могут быть подвержены поражающими факторами: негативная среда, с которой контактирует сооружение, воздействия водного потока, значительная величина и сложный характер нагрузок от подвижного состава, повреждения, вызванные ударами негабаритов, образование наледей, подмывы, размывы конструкций, замусоривание отверстия трубы. Также, часто, возникают проблемы, где при выполнении строительно-монтажных работ, нарушается технология сборки, в связи с чем, у заказчика возникает сомнения относительно надежности конструкции.

Одна из особенностей гофрированной конструкции – их гибкость, поэтому повреждениями и дефектами МГК могут являться всевозможные деформации гофрированной оболочки сооружений: местные деформации оболочки МГК (вмятины); оваллизации тел сооружений; погибы. Однако при сильных перегрузках конструкций под действием нагрузок сооружения не разрушаются, но при потере формы сооружения негативно сказываются как на эксплуатационных свойствах участка дороги, в состав которого входит сооружение (появление ям в полотне дороги над трубой), так и на долговечности сооружения.

Самые распространенные типы дефектов и повреждений МГК являются: деформации, превышающие проектные в результате перегрузок конструкций (рис. 3); коррозионные повреждения, характерные для лотковой части конструкций (рис. 4), вымывание грунта из



пазух грунтового конверта, окружающего конструкцию (рис. 5), сквозные повреждения лотковой части, вследствие абразивного износа (рис. 6).



Рисунок 3. Деформации гофрированных листов



Рисунок 4. Коррозионные повреждения



Рисунок 5. Вымывание грунта из грунтового конверта



Рисунок 6. Сквозные повреждения лотковой части, вследствие абразивного износа

Проанализировав повреждения металлических гофрированных конструкций, можно сказать о том, что такие конструкции требовательны к качеству проектирования и строительству. Повреждения силового характера происходят при несоблюдении технологического цикла при строительстве конструкций. Еще одной проблемой повреждений является несовершенство методик расчета, которые применяются при проектировании.

На данный момент остается актуальным вопрос об эффективной антикоррозионной защите конструкций, а также расчета долговечности, который бы учитывал влияние агрессивных сред, а также работу антикоррозионных покрытий во времени.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что МГК имеют большой интерес для промышленного, гражданского и транспортного строительства. Применяются в строительной практике как водопропускные сооружения, путепроводы, тоннели различного назначения и т.д. Такие конструкции экономичны в эксплуатации. МГК имеют как преимущества, перед конструкциями из других материалов, где главным фактором выступает - быстрая сборка и прочностные характеристики, благодаря чему их стали массово применять в строительстве, так и негативные аспекты – повреждение различной агрессивной средой.

\*\*\*

1. Остерман Е.Д., Шутова О.А. Анализ типов сооружений из металлических гофрированных конструкций // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. №1. С 12.

2. Изделия строительные металлические из гофрированных листов для конструкций инженерных сооружений. Общие технические условия: СТО 33027391 - 2016. – Введ. 01.07.16. – Москва: 2016. С 43.
3. Гнедовский, В. Н. Трубы под железнодорожными насыпями. / В.Н. Гнедовский. - М.: Трансжелдориздат, 1938. С 267.

**Осовский А.М.**

**Обследование металлической гофрированной оболочки при реконструкции автомобильной дороги**

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-470

**Аннотация**

В статье рассматриваются металлические гофрированные оболочки, их социально-экономические аспекты и применение на территории РФ. Далее идет обследование пропускного сооружения, которое было выполнено при реконструкции автомобильной дороги «Байкал».

**Ключевые слова:** Металлическая гофрированная оболочка, строительство, деформация, метод конечных элементов, сооружения.

**Abstract**

The article discusses metal corrugated shells, their socio-economic aspects and application in the territory of the Russian Federation. Next comes the inspection of the checkpoint, which was carried out during the reconstruction of the Baikal highway.

**Keywords:** Metal corrugated shell, construction, deformation, end element method, construction.

Металлические гофрированные оболочки (МГК) стали широко применяться в массовой практике на территории России. Это обусловлено тем, что с помощью МГК можно возводить сооружения для пропуска автомобильных и железных дорог в разных уровнях (путепроводы), а также сооружения для защиты дорог от камнепадов, перекрывая пролеты длиной до 30 м.

Положительным моментом является стоимость при строительстве сооружений из гофрированного металла, так как ниже стоимости малых и средних мостовых сооружений, которые имеют аналогичную область применения. В связи с их социально-экономической значимости к сооружениям предъявляются повышенные требования к надежности и сохранности в процессе долговременной эксплуатации.

Базу безопасного действия МГК составляет обеспечение на всех стадиях динамической деформации совместности работы окружающего грунта и гибкой оболочки.

К сожалению, при использовании МГК могут возникнуть проблемные ситуации, связанные с отсутствием достаточно надежных расчетных схем и методик расчета, учитывающих особенности их деформирования и взаимодействия с окружающим грунтовым массивом, а также трудности при нарушении технологии сборки.

Для расчета МГК в действующих российских нормативах [2] – [5] предлагается метод конечных элементов. Обычно данный метод используется при проектировании большепролетных (6 м и более) конструкций. Возможность упрощения расчетных схем, а также использования полуэмпирических зависимостей простого вида обусловили широкое распространение такого подхода. Следует отметить, что физико-механическая основа разделения МГК на группы по геометрическим размерам при расчете и проектировании совершенно неочевидна.

В качестве образца рассмотрим пропускное сооружение, которое было выполнено при реконструкции автомобильной дороги «Байкал». Конструкции были установлены на свайном

основании и выполнены из гофрированных листов 381x140 мм с толщиной 5 мм. Проблема состояла в том, что пропускные сооружения требовали экспертизы на предмет их возможной безопасной эксплуатации, так как конструкции имели отклонения от проектных требований.

Общий вид пропускного сооружения представлен на фотографии



Рисунок 1. Общий вид пропускного сооружения.

В процессе обследования выявленные дефекты и нарушения технологии сборки конструкций не представляли угроз для безопасной эксплуатации сооружения. Однако было принято решение о процедуре кратковременного нагружения строительных объектов для получения исходных данных для адаптации (верификации) расчетных моделей. Над сводом МГК установили тяжелую строительную технику и провели измерение прогибов конструкции МГК в наиболее нагруженном сечении. Было использовано три большегрузных автомобиля с суммарной грузоподъемностью до 150 тонн для того, чтобы временная вертикальная нагрузка [1], прикладываемая к свободной поверхности массива грунта над центральной осью объектов, создавалась путем установки нагруженных автомобилей при вариации расположения автомобиля относительно центральной оси, на одной дорожной полосе. Использовались три большегрузных автомобиля с суммарной грузоподъемностью до 150 тонн. Тем самым, создавались временные нагрузки, близкие к максимальным проектным. Три самосвала с грузом песка и средней массой около 44 т были установлены так, что балансир задних мостов был над осью МГК. С учетом фактических габаритных размеров применяемых при экспериментах самосвалов, приведенная нагрузка от их задних мостов составила 7,04 тс и от передних мостов — 3,52 тс на площадку с размерами 0,2x1 м, что приблизительно соответствует нормативной нагрузке Н14 — 7,14 тс, приведенной к такой же площадке. Автомобили загружались, предварительно взвешивались и располагались над объектами.

Измерение деформации выполнялись в одном сечении в трех точках при отсутствии временной нагрузки и при приложении временной нагрузки. Данные измерений в дальнейшем использовались при проведении поверочных расчетов. Для измерений деформаций оболочки под воздействием временной статической нагрузки были использованы измерительные материалы: лазерный нивелир, измерительная рейка, теодолит. В конечном итоге были обнаружены прогибы сооружения, где максимальный вертикальный прогиб свода — 1,5 мм.

Расчет гофрированной металлической конструкций производился для двух вариантов расположения временной нагрузки Н14 относительно осей сооружения: несимметричное и симметричное. Расчетные данные получили при использовании конечно-элементного моделирования, которые позволяют учесть специфику напряженно-деформированного состояния МГК во взаимодействии с деформируемой грунтовой средой, имеющиеся дефекты и работу болтовых соединений. Благодаря программе «Зенит-95» была разработана конечно-элементная модель. МГК моделировалась стержневыми 2-х узловыми элементами балочного типа, массив грунта моделировался плоскими элементами с 4-мя узлами.

Для данной МГК оценка предельных эксплуатационных нагрузок проводится на основании сопоставления полученных в результате расчетов данных о максимальных значениях напряжений в материале гофролистов. Анализ расчетов выявил, что вертикальный прогиб модели МГК составил 9,5 мм против 1,5 мм экспериментальных. Такая разница

результатов объясняется пространственной работой реальной конструкции — включением в работу сечений МГК, не находящихся непосредственно под нагрузкой, а также большим влиянием на жесткость системы армированного пескобетона, свойства которого не могут быть в полной мере смоделированы в рамках малых перемещений метода конечных элементов.

В результате экспериментальной проверки наглядно подтвердилась способность исследуемого сооружения выдерживать временные максимальные проектные нагрузки, и тем самым доказана возможность его безопасной эксплуатации. Анализ результатов расчетов позволяет сделать вывод о пригодности к эксплуатации исследуемых МГК в условиях проектного нагружения нагрузкой Н14.

\*\*\*

1. ГОСТ Р 52748-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения.
2. Инструкция по проектированию и постройке металлических гофрированных водопропускных труб. ВСН 176-78, - М. 1979.
3. Методические рекомендации по применению водопропускных труб при строительстве автодороги Чита-Хабаровск, ЦНИИС, 2000.
4. Методические рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур. М. ОАО ЦНИИС, 2009.
5. Технические условия по применению металлических гофрированных конструкций. ОАО «РЖД» Департамент пути и сооружений. М., НИИТКД, 2007.

**Панченко Н.М.**

**К вопросу повышения эффективности функционирования строительных процессов при производстве земляных работ**

*Петербургский государственный университет  
путей сообщения Императора Александра I  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-471

**Аннотация**

Основными показателями эффективности функционирования строительного процесса являются: его производительность, сроки строительства, трудозатраты и себестоимость продукции. Для того, чтобы повысить эффективность функционирования строительного процесса, производитель работ должен стремиться к сокращению сроков строительства, снижению трудозатрат и себестоимости продукции за счёт повышения производительности строительного процесса. Это возможно достигнуть за счёт чёткой организации процесса и грамотного выбора комплекта техники. В статье предложены варианты комплектов техники для земляных работ в системе «экскаватор – самосвалы» с разными техническими параметрами машин и для различной дальности транспортирования грунта.

**Ключевые слова:** производительность, технология, земляные работы, техника, строительный процесс, себестоимость, эффективность.

**Abstract**

The main indicators of the efficiency of the functioning of the construction process are: its productivity, construction time, labor costs and cost of production. In order to increase the efficiency of the construction process, the work manufacturer should strive to reduce the construction time, reduce labor costs and production costs by increasing the productivity of the construction process. This can be achieved due to a clear organization of the process and a competent choice of a set of equipment. The article offers variants of sets of equipment for earthworks in the "excavator – dump trucks" system with different technical parameters of machines and for different distances of soil transportation.

**Keywords:** productivity, technology, excavation work, equipment, construction process, cost, efficiency.

При возведении любого объекта производитель работ стремится к тому, чтобы не только сдать данный объект в намеченные планом сроки и его качественные характеристики при этом соответствовали действующим стандартам качества и требованиям потребителя, а также чтобы при наименьших затратах рабочего времени людей и машин, человеческих, технических, энергетических ресурсов, материалов получить максимальную прибыль. Для этого следует всеми возможными способами повышать эффективность функционирования самих строительных процессов. Как известно, показателями эффективности функционирования строительного процесса являются: его производительность, сроки строительства, трудозатраты и себестоимость продукции. И повысить эти показатели возможно разными путями. Например, создавать принципиально новые производительные машины и технологии производства работ. Но, этот процесс длительный, и требующий крупных финансовых вложений, что не всегда бывает возможно. Менее затратный путь это повышение показателей эффективности функционирования строительного процесса за счёт внедрения определённых организационных решений. Рассмотрим данный способ повышения показателей эффективности функционирования строительного процесса на примере процесса производства земляных работ.

В качестве модели для исследования обратимся к строительному процессу по сооружению земляного полотна железной или автомобильной дороги, как к наиболее распространённым объектами транспортной инфраструктуры. При возведении данных объектов чаще всего применяют самый универсальный комплект техники, в состав которого входит строительный экскаватор и автосамосвалы. От ритмичности взаимодействия системы «экскаватор – самосвалы» будет зависеть эффективность функционирования строительного процесса [1].

Доказано, что любой строительный процесс состоит из элементов (рабочих и техники), в процессе функционирования элементы взаимодействуют между собой образуя прямые и обратные связи, сочетаются и образуют микросистемы, которые в свою очередь объединяются в макросистемы – возведение объекта в целом [2]. Данные системы функционируют, подчиняясь законам теории вероятностей, так как на них оказывают своё влияние множество факторов, имеющих вероятностный характер, например:

- поломки машин и механизмов;
- низкое качество материалов и конструкций;
- незапланированные изменения в проекте строительства, произошедшие момент проведения строительных работ;
- устранение возникшего в процессе строительства брака;
- факторы климатические, социальные и др.

Взаимодействие между элементами процесса в микросистеме также имеет вероятностный характер [3]. Если мы хотим обеспечить эффективное функционирование данному строительному процессу, как системе, то необходимо оптимизировать простои в первую очередь экскаватору, как ведущей машине, так и каждому самосвалу, работающему в данной системе [4]. На строительный процесс оказывают влияние множество факторов: техническое состояния и количество машин, атмосферные явления, качество дорог, расстояние транспортировки грунта [5], [6]. Все факторы учесть невозможно, но добиться оптимизации простоя машин за счёт наиболее рационального сочетания техники в комплекте можно воспользовавшись математическим аппаратом теории массового обслуживания [7], [8]. Составим структуру исследуемого строительного процесса. Структура анализируемой системы массового обслуживания представлена на рис. 1.

В качестве примера выполним расчёт для строительной системы, в которой ведущей машиной является строительный экскаватор JCB с емкостью ковша:  $q=0.9 \text{ м}^3$ ,  $q=1,19 \text{ м}^3$ ,  $q=1,2 \text{ м}^3$ ,  $q=1,85 \text{ м}^3$  и вспомогательной автосамосвалы КАМАЗ-43255 грузоподъемностью 7 т и КАМАЗ-43118-46 грузоподъемностью 10 т, как наиболее часто применяемых в строительстве, при различной дальности транспортировки грунта от 0,5 км до 5,0 км с шагом кратным 1 км.

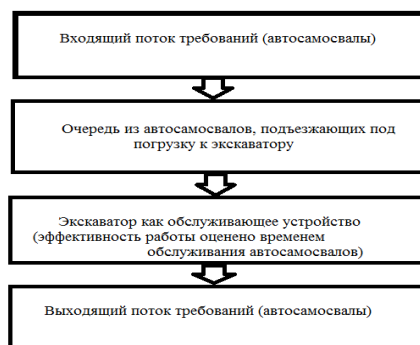


Рисунок 1. Структура системы массового обслуживания «экскаватор – автосамосвалы».

Методика для расчёта подробно представлена в работах [9], [10]. Применение данной методики в качестве математического аппарата для расчётов выбранной нами строительной системы дали результаты, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количество автосамосвалов в системе «экскаватор – самосвалы»

Наименование и типоразмеры техники	Дальность транспортировки грунта, км					
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
экскаватор JCB $q=0,9 \text{ м}^3$ , автосамосвалы КАМАЗ-43255, $q=7\text{т}$	5	6	8	9	11	14
экскаватор JCB $q=1,19 \text{ м}^3$ , автосамосвалы КАМАЗ-43255, $q=7\text{т}$	4	5	6	8	9	11
экскаватор JCB $q=1,85 \text{ м}^3$ , автосамосвалы КАМАЗ-43255, $q=7\text{т}$	4	5	7	9	10	13
экскаватор JCB $q=1,85 \text{ м}^3$ , автосамосвалы КАМАЗ-43118-46, $q=10\text{т}$	4	5	6	6	8	9

В таблице представлено количество автосамосвалов конкретной марки и грузоподъёмности, которое при взаимодействии с указанными марками и типоразмерами экскаваторов на строительной площадке, даст возможность повышения эффективности функционирования строительного процесса. Повышение эффективности функционирования строительного процесса мы добились за счёт рациональной организации работ оптимизируя простои техники, а, следовательно, сокращая сроки выполнения работ. Полученными результатами расчёта удобно пользоваться, и они позволяют строительным организациям производителям земляных работ более чётко и ритмично организовывать строительный процесс с наименьшими простоями техники, а, следовательно, сократить сроки строительства и повысить эффективность функционирования строительного процесса.

\*\*\*

1. Гусаков А.А., Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В. Моделирование организационно-технологической надёжности строительства. М., SVR-Аргус, 1994. 472 с.
2. Губинский А.И. Надёжность и качество функционирования эргатических систем. Л., Наука. 1982. 262с.
3. Панченко Н.М. К вопросу выбора комплекта строительной техники при производстве земляных работ. Вопросы образования и науки. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2020 г. Часть 1. Тамбов, 2020. С. 85-87.
4. Спиридонов Э.С., Максимов А.В. Научные основы оптимизации организации и управления комплексом работ по переустройству транспортных объектов. – М.: Известия, 1998, 290 с.
5. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности. – Спб.: БХВ-Петербург. 2008. 704 с.
6. Соболев В.И. Совершенствование организационно-технологического проектирования строительного производства: монография / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск. 2001. С. 86-96.
7. Соболев В.И., Соболев В.В. Экономико-математическое моделирование организации строительных работ // Научная мысль Кавказа: сб. тр. / Сев.-Кавк. науч. Центр высш. шк. Ростов н/Д., 2002. С. 85-90.
8. Панченко Н.М. Выбор рационального сочетания землеройной и транспортной техники при производстве земляных работ //Тенденции развития науки и образования. Рецензируемый научный журнал №87, ч. 3., Самара. 2022. С. 70-74.

9. Панченко Н.М. К вопросу оценки качества функционирования технологических процессов в строительстве через их производительность и сроки выполнения работ //Тенденции развития науки и образования. Рецензируемый научный журнал №78, ч. 2., Самара. 2021. С. 90-93.
10. Панченко Н.М., Басовский Д.А. К вопросу выбора наиболее рационального сочетания землеройной и транспортной техники при производстве земляных работ //Бюллетень результатов научных исследований. 2023. №1. С. 19-25.

**Панькин М.И.**

### **Проблемы цифровизации строительства в Российской Федерации**

*Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-472

#### **Аннотация**

В статье рассматривается текущий уровень цифровой зрелости строительных компаний и организаций из разных регионов Российской Федерации (РФ). Объектом исследования данной статьи является программное обеспечение (ПО), используемое в строительстве. В целях выполнения задач исследования были применены универсальные общенаучные методы, такие как: абстрагирование, анализ, синтез, обобщение, сопоставление, сравнение, аналогия и прогнозирование. В работе использован вторичный анализ и интерпретация актуальных прикладных исследований уровня цифровизации строительных компаний и организаций в РФ. Изучение исследований, проведенных в период специальной военной операции (СВО), позволило установить невысокие темпы цифровой трансформации, а также рассмотреть негативные аспекты перехода Российских организаций на отечественное ПО. В статье были рассмотрены недостатки применения «Renga» в проектировании в сравнении с ПО от компании «Autodesk». Целью статьи является освещение текущих проблем цифровой трансформации в России. В задачи статьи входит: определение цифровой зрелости строительной отрасли, на основании актуальных исследований, а также выявление негативных аспектов перехода Российских компаний на отечественное ПО. Практической целью данной статьи является формирование представления о текущем уровне цифровой трансформации в России и дать практические рекомендации.

**Ключевые слова:** Технологии, строительство, BIM, Renga, Revit, AutoCAD, специальная военная операция, санкции, цифровизация, санкции.

#### **Abstract**

The article reaches the current level of digital maturity of the construction of companies and organizations in different regions of the Russian Federation (RF). The object of study of this article is software used in construction. In order to fulfill the research objectives, universal general scientific methods were used, such as: abstraction, analysis, synthesis, generalization, generalization, comparison, analogy and forecasting. The article uses secondary analysis and interpretation of current applied research on the level of digitalization of construction companies and organizations in the Russian Federation. The study of research conducted during the special military operation (SMO) made it possible to establish the low pace of digital transformation, as well as to consider the negative aspects of the transition of Russian organizations to domestic software. The article discussed the disadvantages of using «Renga» in design in comparison with software from «Autodesk». The purpose of the article is to highlight the current problems of digital transformation in Russia. The objectives of the article include: determining the digital maturity of the construction industry, based on current research, as well as identifying the negative aspects of the transition of Russian companies to domestic software. The practical purpose of this article is to form an idea of the current level of digital transformation in Russia and provide practical recommendations.

**Keywords:** Technology, construction, BIM, Renga, Revit, AutoCAD, special military operation, sanctions, digitalization, sanctions.

### Основная часть

Цифровая трансформация работ является одним из главных трендов XXI века. Несмотря на это, согласно исследованиям уровня цифровизации российских предприятий, инвестиционно-строительной сферы, за 2023 г., Российские компании пока не сильно заинтересованы в интеграции цифровых технологий. Для определения уровня вовлечённости был проведён анонимным опрос различных организаций из девяти Федеральных округов. Наибольшую долю респондентов в исследовании занимали предприятия/организации из центральной части России (136 респондентов из 355 опрошенных). По виду деятельности, среди опрошенных был перевес в сторону проектировщиков, работников органов исполнительной власти и государственных/муниципальных учреждений, в совокупности они составили половину опрошенных, 43% опрошенных являются сотрудниками без подчинённых, 32% менеджеры нижнего звена, 14%-менеджеры среднего звена, 8% топ менеджеров и 3% собственников организаций. Также в исследовании был учтён возраст и количество сотрудников в организациях респондентов. Больше половины опрошенных оценивают уровень цифровой зрелости низко либо ниже среднего. Была выявленная закономерность, что чем моложе организация, тем больше её уровень цифровизации и чем больше организация, тем благословений сотрудники смотрят на уровень её цифровизации. В то время как возрастным организациям необходимо время на адаптацию к новым технологиям, новые организации, создаются с учётом всех имеющихся цифровых новшеств на рынке. Примерно треть организаций активно применяют технологии информационного моделирования (ТИМ) в проектировании. В ходе исследования было выявлено что 31% респондентов используют BIM технологии, из них 7,3% работает в основном в BIM и 24,7% используют элементы BIM. В связи с тем, что в строительной отрасли профессиональным ПО больше всего пользуются проектировщики, среди всего ПО, в первой пятёрке находятся: «Autodesk Revit», «AutoCAD», «Navisworks», «ArchiCAD» и «ЛИРА-САПР». Примерно половина опрошенных либо заинтересована в цифровой трансформации организаций, либо уже занимается цифровизацией процессов. 60% структур опрошенных уже имеет IT-отдел/отделы в организации, 39% организаций респондентов обновили оборудование. Автоматизация и цифровизация процессов в 69,3% направлен на визуализацию и проектирование объектов. К 2023-му году всё больше организаций заинтересованно в приобретении услуг контрагентов для документооборота, 87% респондентов указали что их организации используют цифровые подписи, а 57% заключают договоры в электронной форме. [4]

Если посмотреть на такие технологии как: автоматизация поставки производственных задач, входной контроль строительных материалов, онлайн-мониторинг исполнения ПОС и т. д. то 59–77% организаций, подобны технологий не используют, 51% опрошенных считают, что информационная инфраструктура, не удовлетворяет требованиям для эффективного развития их организаций. Перспективы цифровых технологий, для большого количества организаций, являются туманными, а вложения в переоборудование кажутся не выгодными. Не все, даже крупные, организации готовы использовать БПЛА дроны с видео съёмкой, технологии дополненной реальности и нейронные сети. Также согласно исследованию высшей школы экономики, от 18.10.2022 года, строительная отрасль является главным аутсайдером по индексу цифровизации экономики. [5]

Среди препятствий цифровизации респонденты выделили: нехватку знаний и квалификаций, а также дефицит финансирования на процессы цифровизации, опасения вызванные временным сокращением эффективности деятельности и приверженность старым технологиям. [4]

Ситуация также усугубляется тем, что на момент 2023 года, большой пакет ПО попал под санкции и не может быть легально использован на территории РФ. Отечественным аналогами Autodesk», на текущий момент, в РФ пользуются лишь 30% компаний, применяющих BIM в проектировании, а необходимость переобучать персонал негативно сказывается на и без того низких темпах цифровизации. [1]



- Отечественные аналоги ТИМ, хоть и копируют функционал «Autodesk» ПО, всё же отличается в деталях. В качестве примера выделим некоторые отличия «Revit» от «Renga»:
- Ограниченность при создании нестандартных объектов. В отличие от «Renga», Revit позволяет создать объекты любой формы, с помощью такого инструмента как «Создание семейства». [2, 3]
- Неудобная работа с многоуровневыми объектами. В «Renga», при редактировании отдельного этажа, необходимо каждый раз отдельно скрывать все вышележащие этажи, в то время как «Revit» позволяет подрезать объект с помощью такой опции как «Границы 3D вида» [2, 3]
- Отсутствие возможности переходить в 2D вид при проектировании, отсутствие поддержки DWG, а также отсутствие возможности автоматически генерировать документацию. [2, 3]

Высокие требования ресурсов персонального компьютера (ПК). ПО работает не стабильно даже на ПК стоимостью в 300 тысяч рублей. [2, 3]

Также проектировщики не смогут легально использовать ПО компании «Microsoft», в том числе операционной системой (ОС) Windows. По указу президента РФ данная проблема должна быть устранена к 2025 году, однако на момент 2023 года, по данным исследования «СерчИнформ» лишь 3% всех компаний РФ перешли на отечественную ОС и 23% находятся в процессе перехода.

### **Заключение**

На момент 2023 года, в условиях экономической и политической нестабильности, тяжело рассуждать о интеграции новых цифровых технологий в сфере строительства. Цифровая трансформация ещё до периода СВО была крайне медлительна. В текущих реалиях Российским компаниям, в первую очередь, стоит сосредоточиться на замене зарубежного ПО отечественными аналогами. Для упрощения адаптации к новому ПО в строительных вузах РФ необходимо обучать студентов новому ПО. В крупных организациях проводить курсы по переподготовке специалистов, также нанимать сотрудников, уже владеющих отечественным ПО. Разработчикам ТИМ в России необходимо перенимать больше функционала ПО компании «Autodesk» и «Microsoft»

\*\*\*

1. Шеина, С. Г. Нормативное регулирование и опыт внедрения BIM на различных этапах жизненного цикла объекта строительства в России / С. Г. Шеина, С. Л. Шуйков // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2023. – Т. 2, № 1. – С. 4–11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50746372>
2. URL: <https://ancb.ru/publication/read/14238>
3. Рыба, Н. С. Сравнение программ для BIM проектирования Autodesk Revit и Renga на основании опыта проектной организации / Н. С. Рыба, В. А. Маркевич // Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию создания Инженерно-строительного института, Красноярск, 19–21 октября 2022 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. – С. 282–285. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49731352>
4. Исследование уровня цифровизации на российских предприятиях инвестиционно-строительной сферы: монография / Т.Н. Кисель, Ю.С. Прохорова. — Электрон, дан, и прогр. (9,8 Мб). — Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. — URL: [https://mgсу.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrytostupa/2023/Monografiya\\_Kisel-Prokhorova\\_2023.pdf](https://mgсу.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrytostupa/2023/Monografiya_Kisel-Prokhorova_2023.pdf)
5. Индекс цифровизации отраслей экономики и социальной сферы / С.А. Васильковский, Г.Г. Ковалева, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Т.С. Зинина, П.Б. Рудник. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/785333175.pdf>

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>**Буроинъекционные сваи при ликвидации аварийной ситуации**<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-473

**Аннотация**

Рассмотрен случай необдуманного строительства двухэтажного кирпичного здания, в зоне геотехнического влияния эксплуатируемого здания и приведшего его в аварийное состояние. Своевременно принятые противоаварийные мероприятия включающие усиление основания с помощью буроинъекционных свай-ЭРТ и страховочных мероприятий как устройство предварительно напряженных затяжек из 8 рядов высокопрочной арматуры, ограждающей подпорной стены из 2-х рядов буроинъекционных свай-ЭРТ Ø 350 мм изготовленных по электроразрядной технологии со стороны алтаря, позволили сохранить памятник архитектуры федерального здания от обрушения.

**Ключевые слова:** деформационные трещины, скорость деформаций, буроинъекционная свая, электроразрядная технология, чрезвычайная комиссия.

**Abstract**

The article considers a case of inappropriate construction of a two-story brick building within the effect zone of the operated building, which brought it to an unsafe condition. Timely taken emergency measures including foundation reinforcement using continuous flight augers (EDT) and safeguard measures such as pre-stressed ties including 8 rows of high-strength reinforcement bars enclosing the retaining structure made of 2 rows of continuous flight augers (EDT) Ø350 mm helped preserving the architectural monument of federal significance against collapsing.

**Keywords:** deformations fractures, strain rate, continuous flight auger, electric discharge technology, emergency council.

Любое предполагаемое строительство [1, 2, 4, 5] в зоне геотехнического влияния требует особого рассмотрения, как на этапе принятия проектного решения, так и на этапе возведения. Должны быть проанализированы все возможные строительные риски. В настоящей статье приводится наглядно демонстрирующий пример пренебрежения законами механики грунтов, геотехники и технологии возведения зданий и сооружений, в результате чего возникла аварийная ситуация.

Так в 2004 г. в апреле на наружных стенах здания Чебоксарского кафедрального Введенского собора появились вертикальные трещины (рис. 1) деформационного характера. Первые дефекты появились на уровне чердака на стенах северной и южной частях Собора, т.е. здание храма расколосось на две части. Скорость раскрытия трещин достигла 10÷15 мм/сутки. Создалась аварийная ситуация, приведшая к возможному его обрушению. Оперативно созданная чрезвычайная комиссия констатировала причиной аварийных деформаций Собора и влиянием строительства здания резиденции Владыки Чебоксарской и Чувашской епархии со стороны алтаря на близком расстоянии от храма. Возведение двухэтажного кирпичного здания на ленточных фундаментах со сборными многпустотными плитами перекрытий было начато осенью 2003 г.

В апреле 2004 г. оно имело только фундаменты без перекрытия цокольного этажа, т.е. его основание на протяжении всего зимнего периода 2003–2004 г. г. находилось в замороженном состоянии. Таким образом, деформация Собора началась как раз на период оттаивания основания.



Рисунок 1. Трещина над оконным проемом храма (северный фасад).

Комиссия установила, что, скорее всего, здание Собора пришло в движение в результате процесса выдавливания грунтов из-под подошвы фундаментов.

Оперативно организованы следующие мероприятия: геотехнический мониторинг за развитием трещин (см. рис. 2); обследование технического состояния аварийного здания, с целью выявления остаточной несущей способности, а также инженерно-геологические изыскания.

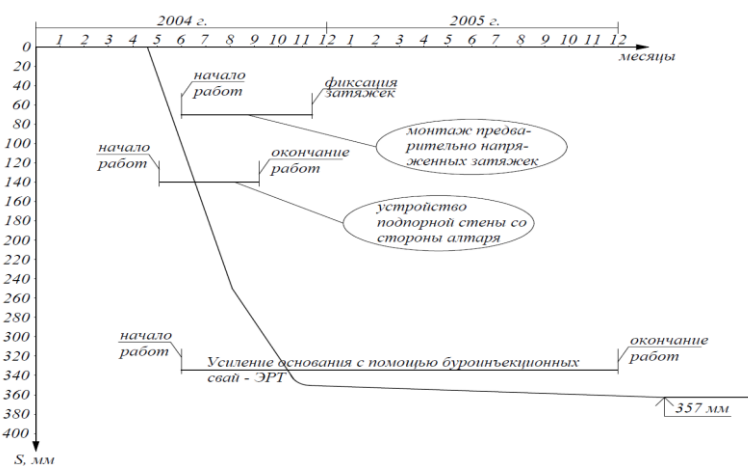


Рисунок 2. График раскрытия деформационной трещины на уровне карниза стены северного фасада (маяк 1).

Сооружение Введенского Кафедрального Собора (1651г.) представляет собой кирпичное здание, с размерами в плане 37,4×35,3 м (см. рис. 1). Оно состоит из основной части – храма высотой 13 м с апсидой высотой до 4,5 м, трех приделов с апсидами. Высоты приделов 4,2 – 4,5 метров. Апсида представляют собой полукруглые в плане выступы, перекрытые сводом и ориентированные на восток.

Фундаменты Собора мелкого заложения – ленточные бутовые на известковом растворе. Глубина заложения 2,0 – 2,4 м.

Одним из пунктов осуществления противоаварийных мероприятий – это разработка рабочего проекта усиления основания фундаментов.

По результатам изысканий, выполненных ГУП «ЧувашГИИЗ» в 2004 г., на территории Введенского собора залегают следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): **ИГЭ 1** — насыпной грунт ( $tQ_{IV}$ ), залегающий до глубины 0,8-1,8 м. Распространен повсеместно вокруг здания вне основания фундамента; **ИГЭ 2** — лессовый

суглинок ( $prQ_{III}$ ), обладающий просадочными свойствами на всю глубину, в основном тугопластичной консистенции (с числом пластичности  $I_p=9\%$ ). Распространен по всей площадке до глубины 4,0–6,5 м. Величина его относительной просадочности  $\varepsilon_{sl}$  изменяется от 0,01 до 0,032 при замачивании под нагрузкой 0,2 МПа, а начальное просадочное давление  $P_{sl}$  — от 0,055 до 0,2 МПа. Тип грунтовых условий по просадочности — первый; **ИГЭ 2a** — лессовый суглинок ( $prQ_{III}$ ) мягко-текучепластичной консистенции, в целом непросадочный ( $\varepsilon_{sl} = 0,0072$ ), сохраняющий слабые просадочные свойства в редких малых объемах грунта. Распространен преимущественно в восточной части площадки; **ИГЭ 3** — пролювиально-делювиальный суглинок ( $pdQ_{III}$ ) от полутвердой до тугопластичной консистенции, в восточной части — мягкопластичной консистенции. Залегает повсеместно, увеличиваясь по мощности до 4,5 м в северной части площадки; **ИГЭ 4** — дресва и щебень ( $pdQ_{III}$ ) с песчанисто-суглинистым заполнителем; **ИГЭ 5** — глинистый алевроит ( $P_{2t}$ ). Вскрыт в южной части. Имеет мощность около 1,0 м; **ИГЭ 6** — пылеватый песок ( $P_{2t}$ ) с прослойками мелкого песка.

В таблице 1 приведены физико-механические характеристики грунтов, слагающих исследуемую площадку, а на рис. 3 инженерно-геологический разрез.

Таблица 1

№ ИГЭ	Наименование ИГЭ	$R_0$ , кПа	Нормативные характеристики				Расчетные характеристики при $\alpha = 0,85/0,95$			
			$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$C$ , кПа	$\varphi$ , град	$E$ , МПа	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$C$ , кПа	$\varphi$ , град	$E$ , МПа
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
1	Насыщенный грунт ( $tQ_{IV}$ )	100	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Суглинок лессовый тугопластичный просадочный ( $prQ_{III}$ )	-	1,90	$\frac{16}{12}$	$\frac{20}{15}$	5,8	$\frac{1,89}{1,87}$	$\frac{12/10}{10/9}$	$\frac{19/18}{14/13}$	5,8
2a	Суглинок лессовый мягко-текучепластичный ( $prQ_{III}$ )	-	1,90	10	14	2,1	$\frac{1,86}{1,83}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{13}{12}$	2,1
3	Суглинок пролювиально-делювиальный ( $pdQ_{III}$ )	-	1,96	44	19	14	$\frac{1,93}{1,91}$	$\frac{36}{31}$	$\frac{17}{16}$	14
4	Дресва и щебень ( $pdQ_{III}$ )	400	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Алевроит глинистый ( $P_{2t}$ )	-	1,91	51	24	17	$\frac{1,89}{1,87}$	-	-	17
6	Песок пылеватый ( $P_{2t}$ )		1,73	7	32	27	$\frac{1,71}{1,70}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{30}{29}$	27

\*  $R_0$  — условное расчетное сопротивление грунта по СНиП 2.02.01.01-83\*;  $\rho$  — плотность;  $C$  — удельное сцепление;  $\varphi$  — угол внутреннего трения;  $E$  — модуль деформации; над чертой — значения при естественной влажности, под чертой — значения для водонасыщенного состояния.

Анализируя результаты инженерно-геологических изысканий можно сделать вывод об ухудшении физико-механических свойств грунтов основания. Особо следует обратить внимание на низкое значение модуля общей деформации  $E_0=2,1$  МПа, для слоя 2a — суглинка лессового мягко-текучепластичной консистенции ( $PrQ_{III}$ ). Решением чрезвычайной комиссии по разработке противоаварийных мероприятий поручено НПФ «ФОРСТ» разработку проекта усиления основания фундаментов здания Собора, включая приделы и алтарь. Рассматривались два типа буроинъекционных свай: это буроинъекционные сваи изготавливаемые без уплотнения стенок скважины и буроинъекционные сваи с уплотнением грунта стенок скважины — это сваи —ЭРТ.

Определяющим фактором принятия решения по выбору типа буроинъекционной сваи явилась их несущая способность. Так несущая способность буроинъекционной сваи–ЭРТ по грунту превышает ориентировочно на 65 % несущую способность буроинъекционной сваи без уплотнения стенок скважины. Известно, что при проведении работ по реконструкции или при необходимости устройства буроинъекционной сваи усиления вследствие недостаточности несущей способности основания руководствуются следующим алгоритмом: 1) проверяется удовлетворение условия  $P_{\text{пмт}} \leq R$ , где  $P_{\text{пмт}}$  – среднее давление под подошвой фундамента;  $R/3$  – расчетное сопротивление несущего слоя основания; 2) при неудовлетворении условия в п. 1 определяется внешняя нагрузка на уровне центра тяжести подошвы фундамента необходимая для передачи на буроинъекционные сваи  $N = P_{\text{дон}} \cdot A = \left( \frac{P_{\text{пмт}} - R}{R} \right) A$ , здесь  $A$  – площадь подошвы для столбчатых фундаментов  $A = l \cdot b$ , а для ленточных -  $A = b \cdot l$ .

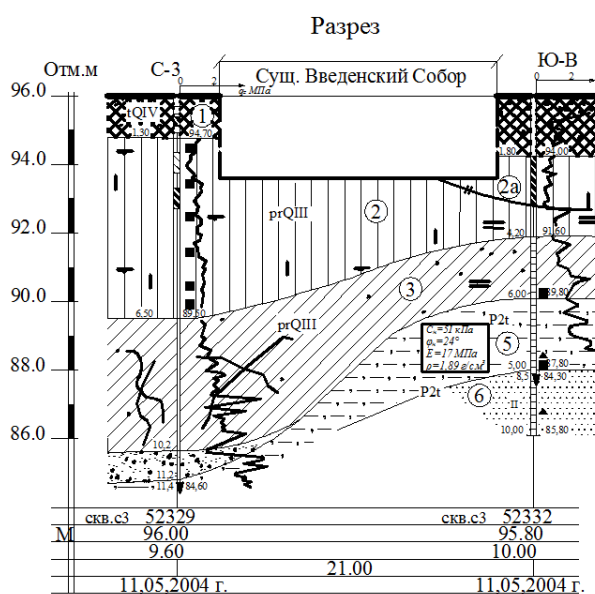


Рисунок 3. Инженерно-геологический разрез.

Исходя из вышесказанного количество свай без уплотнения составляет в 1,6 раза больше буроинъекционных свай–ЭРТ. Учитывая, что стоимость одного п/м вышеназванных свай ненамного отличается друг от друга, стоимость работ по усилению основания возросла бы в 1,6 раза.

Анализируя предыдущее, в качестве варианта усиления принята буроинъекционная свай–ЭРТ, длиной 11 м (с учетом заделки в коренные грунты и прохождения колонковым бурением тела фундамента глубиной 2,5 м  $\varnothing$  180 мм). При этом количество свай в пределах площади Собора различное, например: под апсидой 2 сваи/м; под стенами храма – 4 сваи/м; под стенами сводов – 16 свай. Всего запроектировано более 800 буроинъекционных свай–ЭРТ (см. рис. 4).

Гипотеза, предложенная нами о том, что деформация Собора произошла в результате выдавливания грунта из-под подошвы фундаментов подтвердилась в процессе производства работ по усилению основания. Она оказалась справедливой для участка плана Собора от стены иконостаса до алтаря включительно (см. рис. 3) (в сторону пристроя резиденции Владыки). Вероятность выдавливания оказалась высокой, вследствие наличия под подошвой фундаментов Собора суглинка мягкотекучеplastичной консистенции с модулем общей деформации  $E_0=2,1$  МПа.

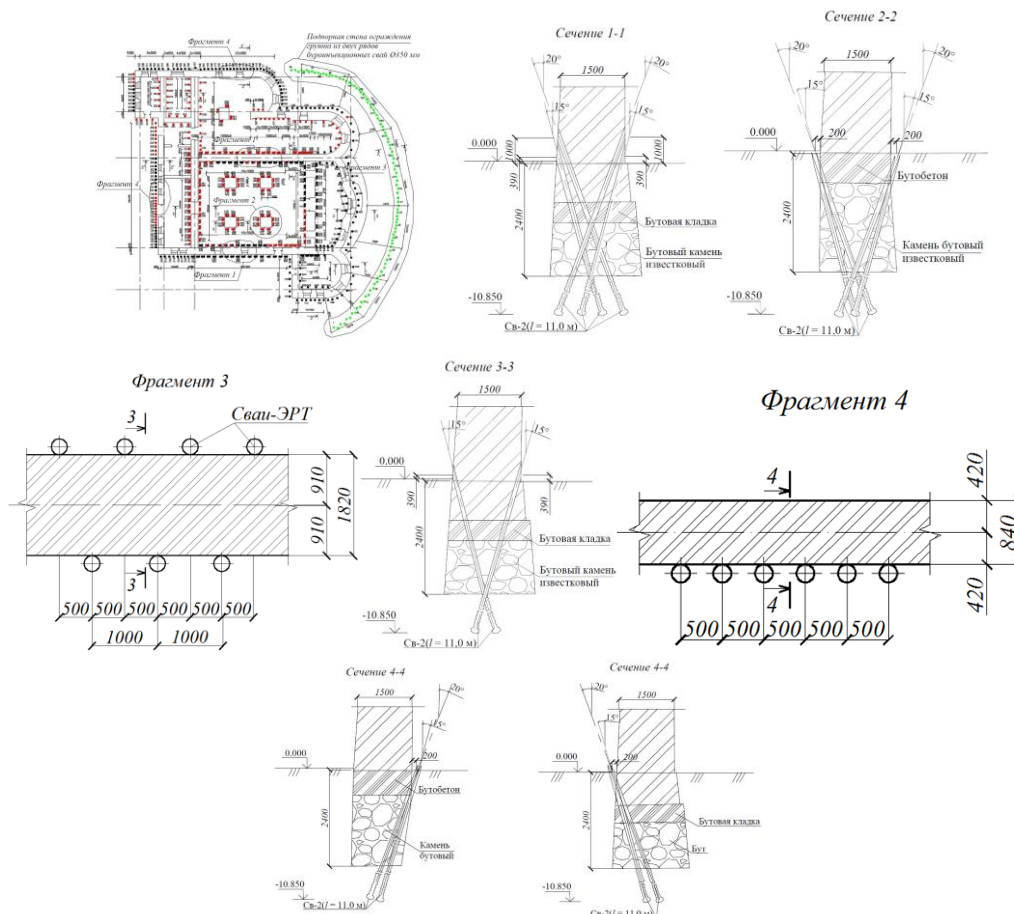


Рисунок 4. Схема расположения буринъекционных свай при усилении основания и фундаментов Введенского собора. Условные обозначения: точки красного и черного цветов – буринъекционные сваи усиления основания и фундамента; точки зеленого цвета - буринъекционные сваи подпорной стенки с восточной стороны храма.  
а – план свай – ЭРТ, б, в, г, д – фрагменты с сечениями 1-1, 2-2, 3-3, 4-4.

При устройстве буринъекционных свай-ЭРТ [2, 3, 5, 6, 7, 8, 9] вдоль стены иконостаса обнаружены сверхнормативные расходы мелкозернистого бетона. Так, например, при геометрическом объеме сваи  $\approx 0,3$  м<sup>3</sup> расход бетона доходил до 5,0 м<sup>3</sup>. Следует отметить на отсутствие убывания уровней в скважинах заполненных бетоном до электрогидравлической обработки. При электрогидравлической обработке на уровне подошвы фундаментов обнаружено резкое понижение уровней, что подтверждает наличие пустот под подошвой, тем самым происходит заполнение пустот мелкозернистым бетоном. В результате произведенных работ по устройству буринъекционных свай-ЭРТ одновременно произошло цементационное закрепление основания фундаментов стены иконостаса и алтаря (см. рис. 5).

**Одновременно** (опять же из предпосылки выдавливания грунта из-под подошвы фундаментов) разработан проект ограждения грунта из двух рядов буринъекционных свай с шагом 0,5 м между ними  $\varnothing$  350 мм с устройством обвязочным поясом по верху свай (см. рис. 4а), а также выполнено усиление здания с помощью предварительно напряженных затяжек из восьми рядов на уровне карниза.

Выводы:

1. Рассмотренная аварийная ситуация возникла в результате строительства здания резиденции Владыки Чебоксарской и Чувашской епархии в зоне геотехнического влияния, следствием этого в апреле 2004 года на наружных поверхностях стен здания Чебоксарского Введенского кафедрального Собора появились вертикальные трещины деформационного характера. Возникшие дефекты на уровне чердачных перекрытий и резвившееся далее на северных

и южных фасадах раскололи здание на две части в направлении «запад-восток».

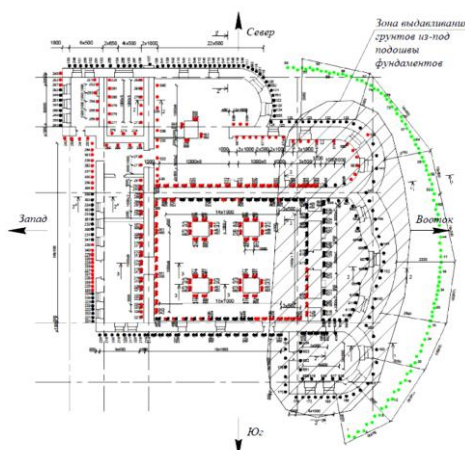


Рисунок 5. Зона цементационного закрепления основания.

Таким образом, возникла угроза обрушения здания Чебоксарского Введенского кафедрального Собора.

2. Скорость развития трещин установилась в интервале 10÷15 мм/сутки. Срочно созданная чрезвычайная комиссия по разработке противоаварийных мероприятий по спасению памятника истории и культуры федерального значения установила, что причиной деформации Собора явилось влияние строительства здания резиденции Владыки Чебоксарской и Чувашской епархии рядом с храмом. Срочно произведены работы: 1) инженерно-геологические изыскания; 2) обследовано техническое состояние здания Собора; 3) разработаны противоаварийные мероприятия включающие усиление основания фундаментов, усиление здания с помощью предварительно напряженных затяжек из 8-ми рядов высокопрочной винтовой арматуры по наружному периметру на уровне карниза.

В результате проведенных инженерно-геологических изысканий и результатов технического обследования выявлено наличие полостей под подошвой фундаментов восточных частей здания (стена с царскими воротами, стены алтаря).

3. Осуществление разработанных противоаварийных мероприятий позволили предотвратить предаварийную ситуацию. При достижении раскрытия максимальной трещины до 357 мм деформации Собора прекратились. Собор эксплуатируется до сих пор безаварийно.

\*\*\*

1. Петров М.В., Соколов Н.С., Иванов В.А. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014). Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2014.С. 415–420.
2. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2015. № 2. С. 10–13.
3. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. М.: Госстрой России, 2004.
4. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение реконструкции городов. М.: Изд-во АСВ. 1999. 327 с.
5. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт восстановления аварийного здания Введенского кафедрального собора в г. Чебоксары, // «Геотехника». – 2016. №1.Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности. Жилищное строительство. 2017.№ 11. С. 20-25
6. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоступенчатыми уширениями. Жилищное строительство. 2016.№10. С.54.

7. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them. *PeriodicoTcheQuimica*. 2018. T. 15. Special Issue 1.C.1-11.
8. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37.
9. Sokolov N.S., Pushkarev A.E., Evtiukov S.A. Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors. В сборнике: *Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations. Proceedings of the International Conference on Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures. Technologies and Calculations, GFAC 2019*. 2019. С. 347-350.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

### Использование слабых оснований в капитальном строительстве

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-474

#### Аннотация

Обеспечение надёжности и долговечности оснований насыпей городских магистральных дорог является важной геотехнической задачей. Для обеспечения бесперебойного движения городского транспорта актуальны вопросы увеличения их несущей способности и устойчивости. Современная отрасль имеет различные технологии и материалы, которые могут решить эту геотехническую задачу. Для этого можно применить способы армирования грунтовой насыпи, усиления основания свайным полем железобетонными сваями, щебеночными сваями или комбинированные методы.

**Ключевые слова:** Городские магистральные дороги, свайное поле, гесинтетические материалы (тканый геотекстиль, геосетки), армонасыпь, щебеночные сваи.

#### Abstract

It is important to ensure reliability and durability of fill foundations of urban trunk roads in geotechnical terms. To ensure seamless traffic in city transportation systems, it seems relevant to improve their load-bearing capacity and stability. The modern industry offers various technologies and materials that may address this geotechnical issue. This may include soil fill reinforcement, fill reinforcement by reinforced concrete pile field, macadam piles, or using combined methods.

**Keywords:** Urban trunk roads, pile field, geosynthetic materials (woven geotextile, geonets), reinforced fills, macadam piles.

В связи с увеличением объёмов строительства и освоением новых территорий вновь становятся актуальны задачи, которые раньше старались обходить стороной. В активно развивающихся городах застраиваются новые микрорайоны. Зачастую остаются лишь участки, где в основании залегают слабые или просадочные грунты, а также вести строительство на оврагах, которые были засыпаны большой мощностью различных техногенных грунтов, также не отличающихся высокой несущей способностью [1-9, 10, 11, 12, 13].

Все новые микрорайоны нуждаются в транспортных коммуникациях с центром и другими жилыми районами городов. Магистральные дороги как раз и выполняют эту функцию. Основной проблемой при строительстве инженерных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях является обеспечение прочности, устойчивости оснований, а также предельно допустимых величин осадок.

Для наглядности и конкретизации рассмотрим один из разрабатываемых проектов: «Строительство автомобильной дороги по ул. Николая Рождественского в г. Чебоксары». Рассматриваемый участок представляет собой значительно техногенно изменённую строительной деятельностью территорию, в результате полной или частичной засыпки



оврагов, прокладки ливневой и дренажной канализации. Рельеф проектируемой дороги так же очень сложный, со значительными перепадами абсолютных отметок от 95,4 до 107,1 по днищам оврагов и 108,6 – 105,1 м по аккумулятивно-денудационной поверхности. Также на данном участке наблюдаются опасные инженерно-геологические процессы в виде: 1. Оползневых процессов по бортам оврагов; 2. Суффозий с образованием локальных провалов; 3. Овражной эрозии; 4. Самоуплотнение неуплотненных прослоев в насыпных грунтах; 5. Техногенное подтопление застраиваемых участков; 6. Ползучесть насыпных грунтов; 7. Просадочность грунтов при замачивании.

Основными характеристиками рассматриваемой автомобильной дороги являются: 1. Категория дороги – магистральная дорога районного значения с пешеходными тротуарами; 2. Тип дорожной одежды – капитальный согласно СП 34.13330.2014 «Автомобильные дороги» (Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*), ширина проезжей части 16,0 м (до 23,0 м на съездах); 3. Ширина земляного полотна по верху от 27,0 до 35,0 м; 4. Максимальная высота насыпи до 23,4 м по оси и 27,0 м до низа откоса; заложение откосов: –1:1,5 (до 6,0 м от верха); –1:1,75 (до 12,0 м от верха); –1:2,0 (до 18,0 м от верха); –1:2,5 (более 18,0 м от верха) согласно СП 78.13330.2012 .

Таблица 1

## Конструкция дорожной одежды

Наименование слоя	Материал слоя	Толщина слоя, м
Верхний слой покрытия	Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон типа Б марки I	0,05
Нижний слой покрытия	Горячий пористый крупнозернистый асфальтобетон марки II	0,07
Верхний слой основания	Черный щебень	0,30
Нижний слой основания	Фракционный щебень (фр. 40-70) М800 с расклинцовкой мелким щебнем (фр. 10-20)	0,30
Технологическая прослойка	Геотекстильный материал «Дорнит»	-
Дополнительный слой основания	Песок мелкий с $K_{\phi} > 1 \text{ м/сут}$	0,50
Уплотнённый грунт основания		

Примечание: суммарная толщина конструктивных слоёв дорожной одежды составляет 1,22 м

Численный анализ деформаций и устойчивости насыпи выполнен при помощи программного комплекса геотехнических расчетов PLAXIS 2D по методу конечных элементов (далее - МКЭ).

Применение численных методов расчета (МКЭ) регламентируется такими документами как: СП 16.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения» (Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003) и ОДМ 218.2.006-2010 «Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог».

При создании геометрической модели грунтовый массив разбивается на сеть 6 узловых треугольных изопараметрических конечных элементов (КЭ), в которых перемещения определяются во всех узлах, а напряжения (вычисляются по методу К.Терцаги) – в трех точках.

Транспортная нагрузка, учитываемая в расчетах устойчивости насыпи – 45,0 кН/м<sup>2</sup>, принята по ГОСТ Р 52748-2007 «Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения», равномерно распределена по ширине проезжей части. Согласно п.4.3.2 ГОСТ 32960-2014 «Автомобильные дороги общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения» при расчетах осадки насыпи в качестве временной подвижной нагрузки следует принимать нагрузку АК, приведенную к эквивалентной равномерно распределенной нагрузке q<sub>АК</sub> интенсивностью, кПа:

$$q_{AK} = (7,4 \cdot n / BЗП) \cdot K = 13,36,$$

где  $n$  – число полос движения;  $BЗП$  – ширина земляного полотна поверху, м;  $K$  – класс нагрузки  $AK$ .

Рельеф Чувашской Республики сильно изрезан оврагами в связи с непрекращающимися эрозийными процессами. В связи с этим в Республике огромный недостаток грунта для строительства и возведения насыпей, поэтому чаще всего для отсыпки насыпей применяют песок, который в огромных количествах добывают на берегах Волги. Отсыпка насыпей переменной высоты (от 0 до 23,0 м) представляет собой сложный и длительный процесс. Отсыпку нужно произвести послойно с уплотнением каждого слоя. Так же нужно учесть доуплотнение и деформации нижних слоёв от увеличивающейся нагрузки самой насыпи. Период консолидации этой насыпи может составить до одного года. Что недопустимо долго для данного объекта, в связи с необходимостью скорейшего ввода его в эксплуатацию. Также невозможно в период консолидации добиться полных осадок и деформаций насыпи. Полезная нагрузка от проезжающего транспорта является. На рис. 1 и 2 приведены эпюры горизонтальных деформаций насыпи и суммарная деформация.

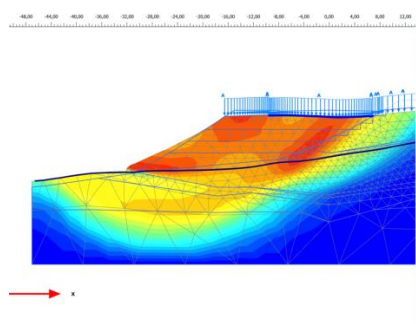


Рисунок 1 Эпюры горизонтальных деформации основания насыпи на косогоре.

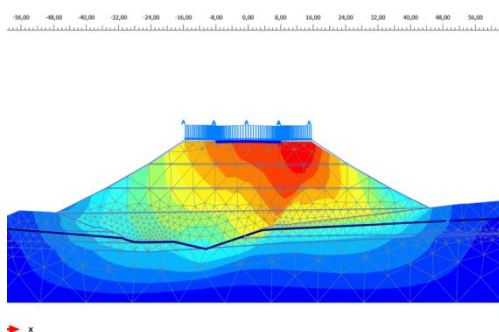


Рисунок 2 Суммарная деформация основания высокой насыпи.

Укрепление насыпи полубоймами предусматривает армирование земляного полотна с помощью геосинтетических материалов (тканого геотекстиля, геосетки, плоской георешетки и их композиций) с максимальной нагрузкой на растяжении не менее 30,0 кН/м. Армируя насыпь слоями композиционных материалов различного вида и уплотненным грунтом мы получаем – армогрунт. На рис. 3 приведена схема послойного армирования, поперечный профиль построен в программном комплексе IndorCad, который позволяет закладывать и высчитывать объём требуемого материала на возведение данной конструкции.

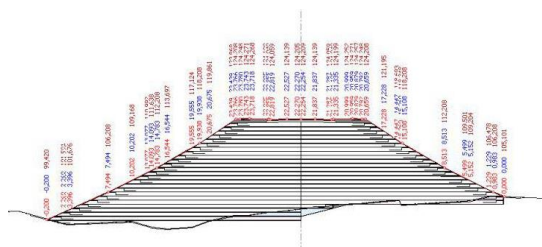


Рисунок 3 Армонасыпь.

Такая конструкция значительно эффективнее воспринимает нагрузки от собственного веса и проезжающего транспорта и пешеходов, равномерно распределяя его по всему телу насыпи.

Увеличить скорость консолидации и повысить устойчивость и несущую способность основания насыпи из мелкозернистого песка возможно применяя современные рулонные геосинтетические материалы. Устойчивость насыпи достигается укладкой материала в виде обоев или полуобоев с заворотами на 3,0 м. В результате получается армированные слои, работающие на поперечное растяжение. Прочность материала на разрыв применяется от 300 в верхних слоях до 600 кПа в нижних слоях насыпи.

Замена слабослоя в основании также является хорошим способом увеличения устойчивости насыпи. Но в условиях уже существующей застройки применение этой геотехнической технологии не всегда возможна. При этом практически невозможна разработка котлованов открытым способом. Применение дренирующих свай позволяет отвести излишек влаги из переувлажнённого основания насыпи. Однако при выполнении таких работ нужно не забывать про геотехнический мониторинг зоны влияния от строительных работ, нужно учесть наличие близко расположенных зданий. Известно, что неравномерное понижение уровня грунтовых вод может привести к неравномерным деформациям их фундаментов.

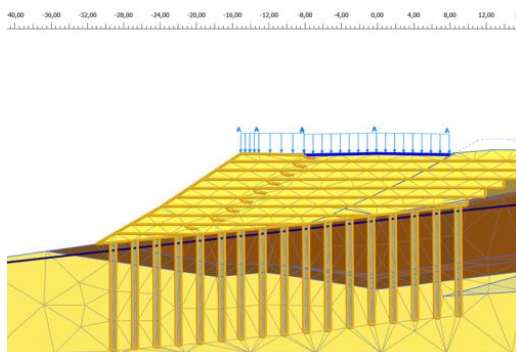


Рисунок 4 Модель расчетной осадки армонасыпи и грунтового основания с щебеночными сваями в виде сети КЭ.

Применение щебеночных свай рационально комбинировать с армонасыпью (рис.4), за счёт чего появляется возможность использования менее прочного геотекстиля или увеличения шага армирования, в результате счёт чего появляется возможность экономии.

Ещё одним комбинированном варианте можно рассмотреть вариант применение армонасыпи совместно с бетонными сваями (рис.5), однако ввиду высокой дороговизны устройства свайного поля данный способ наименее привлекательный с экономической точки зрения.

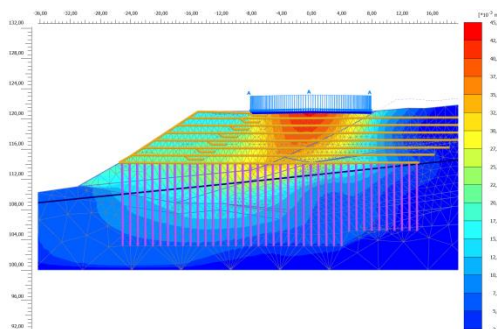


Рисунок 5. Суммарная осадка армонасыпи с бетонными сваями в виде изолей двумерных деформаций на этапе эксплуатации (мм).

## Выводы:

1. Современные геотехнические технологии позволяют производить строительство крупных и ответственных сооружений на слабых основаниях с минимальными значениями осадок после ввода в эксплуатацию объекта.
2. Наиболее предпочтительный вариант для каждого отдельного участка следует выбирать на основе технико-экономического обоснования в соответствии задачам, которые должна выполнять запроектированная конструкция.

\*\*\*

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // 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. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ. 2009. В 50 с.
4. В. М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям).
5. Мангушев, Р.А. Оценка влияния вдавливания шпунта на дополнительные осадки соседних зданий / Р.А. Мангушев, А. В. Гурский // Геотехника. № 2. - М., 2016. - С. 2-7.
6. Мангушев, Р.А. Учет жесткости конструкций «стена в грунте» на осадку соседних зданий / Р.А. Мангушев, Д.А. Сапин // Жилищное строительство. № 9. - М., 2015. - С. 3-7.
7. Мангушев, Р.А. Учет технологических осадок существующих сооружений при строительстве около них новых зданий с развитым подземным пространством / Р.А. Мангушев, А. В. Гурский, Д.А. Сапин // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн.-техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб., 2017. -С. 9-22.
8. Мирсаяпов, И.Т. Результаты геотехнического мониторинга несущих конструкций здания при реконструкции / И.Т. Мирсаяпов, Р.Р. Хасанов, Д.Р. Сафин // Инженерно-геологические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений / Сб. тр. Всероссийской научн.-техн. конф. 1-3 февраля 2017 г. - СПб., 2017. - С. 164-169.
9. Никифорова, Н.С. Геотехнические отсечные экраны для защиты зданий при устройстве коммуникационных коллекторов. III Академические чтения им. Профессора А. А. Бартоломея. Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства / Н.С. Никифорова, Д.А. Внуков // Мат. межд. конф. Пермь, 18-19 октября 2011. - Пермь: Изд-во Пермского национально - иссл. политех. ун-та, 2011. - С. 413-42. Издание второе, дополнительное. Санкт-Петербург. - 2012. 284 с.
10. Соколов Н.С., Рябинов В. М. Технология устройства буринъекционных свай повышенной несущей способности // Жилищное строительство. № 9. 2016. Стр. 11-14.
11. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай // Жилищное строительство. №5. 2017. Стр. 34-38.
12. Соколов Н.С. Определение типа заглубленной конструкции усиления основания под насыпью высокоскоростной железнодорожной магистрали // Строительные материалы. 2018. №9. Стр. 62-66.
13. Соколов Н.С., Викторова С.С., Федосеева И.П., Смирнова Г.Н. Выбор оптимального типа буринъекционных свай усиления слабых оснований высокоскоростных магистралей (ВСМ) // Строительные материалы. 2019. №11.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

## Критерии надежной эксплуатации подпорных стен

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-475

## Аннотация

Проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При дополнительных увеличенных внешних нагрузках на существующие удерживающие конструкции использование традиционных технологий обеспечения их устойчивости не всегда оправдано. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Часты случаи использования существующих удерживающих железобетонных конструкций под новые

дополнительные нагрузки от вновь возводимых объектов. В таких случаях использование буроинъекционных свай ЭРТ позволяет решать сложные геотехнические проблемы, связанные с возможным усилением перегруженных оснований.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ

### Abstract

The issue of foundations with increased bearing capacity is a current challenge for modern geotechnical construction. Considering additional increased external loads on existing supporting structures, the use of conventional foundation technologies may not be feasible. There is often a critical need for non-standard methods of foundations reinforcement. The use of existing reinforced concrete foundation structures for new additional loads from newly constructed facilities is common. In this case, the use of discharge-pulse technology (DPT) bored injection piles makes it possible to solve complex geotechnical issues related to a potential reinforcement of overloaded foundations.

**Keywords:** geotechnical construction, discharge-pulse technology (DPT), DPT bored injection pile, DPT ground anchorage.

Строительство промышленных и гражданских объектов в стесненных условиях требует [1-6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] специфического подхода, связанного с обеспечением сохранности и надежной эксплуатации зданий окружающей застройки. Для решения геотехнических задач, связанных с этой проблемой электроразрядная технология устройства буроинъекционных свай ЭРТ является одной из наиболее востребованных [7, 8, 9, 10, 11, 12].

Рассмотрен один из случаев геотехнического строительства для многоэтажного общественного здания в городе Нижний Новгород. Проектом под десятиэтажное здание гостиницы было предусмотрено устройство буроинъекционных свай ЭРТ.

Строительство объекта велось в сложных инженерно-геологических условиях в старом русле реки Волга. Инженерно-геологический разрез на этом участке представлен следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ) (сверху вниз см. табл.1).

Таблица 1

#### Инженерно-геологическое строение основания.

1	ИГЭ-1	Насыпной грунт (неслежавшийся суглинок с супесью и строительным мусором)
2	ИГЭ-2	Непросадочный туго- и мягкопластичный лессовый суглинок
3	ИГЭ-3	Непросадочный текучепластичный лессовый суглинок
4	ИГЭ-4	Туго- и мягкопластичный суглинок
5	ИГЭ-5	Твердая и полутвердая пестроцветная глина
6	ИГЭ-6	Глинистый полимиктовый песок

Для площадки строительства характерен высокий уровень подземных (ненапорных) вод. Строительство объекта было начато за 5 лет до начала основного строительства с возведения ограждения котлована (глубиной 9,0 м) из двух рядов буронабивных (буроинъекционных) свай диаметром 450,0 мм с шагом 1,0 м (см. поз.1 рис.1 и 3). Подпорная стена котлована была устроена вдоль примыкающих улиц. Непосредственно к котловану примыкает 10-этажный крупнопанельный жилой дом, возведенный на забивных сваях.

Недостатком построенного ограждения оказалось отсутствие монолитного обвязочного железобетонного пояса по верху буроинъекционных свай. Этот огрех выявился лишь при отрывке котлована. Ряд свай ограждения со стороны примыкающего здания наклонился в сторону котлована (максимальное горизонтальное перемещение достигло 85,0 мм). В результате создавшейся ситуации на наружных стенах жилого дома возникли деформационные трещины. При этом установленные гипсовые маяки разорвались и продолжали рваться, доказывая этим о продолжающейся деформации, как самой стены, так и жилого дома. При этом также деформируются все стены с других сторон котлована.

Срочно созданная в связи с возникшей предаварийной ситуацией чрезвычайная комиссия поручила головной проектной организации срочно разработать противоаварийные мероприятия для стабилизации деформаций, как возведенной подпорной стены, так и примыкающего существующего здания. В качестве таких мер была разработана схема усиления подпорной стены в виде распорных конструкций из стальных труб диаметром 1000,0 мм (см. поз. 5 рис. 1 и 3), расположенных на двух уровнях во взаимно перпендикулярных направлениях. Эти мероприятия позволили стабилизировать возникшую критическую ситуацию. Гипсовые маяки на жилом доме перестали рваться, горизонтальные перемещения подпорной стены были приостановлены. При этом геотехнический мониторинг продолжался. При проектной глубине котлована 9,0 м распорные крепления были размещены на глубине 4,5–6,5 м.

В таком замороженном состоянии объект находился более пяти лет.



Рисунок 1. Схема закрепления подпорных стен котлована расстрелами из стальных труб 1000 мм: 1 - существующие буронабивные сваи ограждения котлована; 2 - ограждение котлована из монолитного железобетона; 3 - монолитные железобетонные контрфорсы усиления существующей подпорной стены; 4 - монолитный железобетонный ростверк; 5 - существующие трубы - расстрелы усиления подпорных стен.

В связи с появлением инвестора решено было на этой строительной площадке возводить совершенно другое отличное от ранее планируемого к строительству здание - десятиэтажный объект общественного назначения. При этом проектировщикам необходимо было вписываться в габариты площадки во внутреннем контуре выполненного ограждения из буровых свай (поз. 1 рис. 1 и 3), а также учитывать существующие схемы усиления подпорных стен с помощью распорных конструкций из стальных труб (см. поз. 3 на рис. 1 и 3).

Особая техническая сложность возведения заглубленных железобетонных конструкций фундаментов перед строителями возникла в связи с наличием часто расположенных горизонтально смонтированных труб. Задача в идеальном варианте представляется а) демонтаж стальных труб и б) замена на более прогрессивную геотехническую технологию усиления. При этом наиболее слабым звеном все же остается подпорная стена ограждения на месте примыкания к существующему десятиэтажному жилому дому. Совместным решением было принято устроить контрфорсы (см. поз. 3 на рис. 1 и 3), подпирающие ограждение котлована около жилого дома через монолитную железобетонную конструкцию (см. поз. 2 на рис. 1 и 3), устраиваемые между существующими распорными конструкциями. Основанием под монолитные железобетонные ростверки (см. поз. 4 рис. 1 и 4) контрфорсов предлагалось использование буроинъекционных свай ЭРТ (поз. 2 рис. 2) в виде отдельных кустов под монолитный железобетонный ростверк, изготавливаемых по электроразрядной технологии (технология ЭРТ). Необходимость применения свай ЭРТ диаметром 0,35 м и длиной от 12,0 до 19,0 м в зависимости от инженерно-геологических условий в той или иной части строительной площадки обусловлена для целей обеспечения устойчивости контрфорса против сдвига от воздействия горизонтальных усилий. Решено было устройство контрфорсов захватками: 1. Готовый контрфорс с набором проектной прочности всех его элементов; 2. Разборка одной стальной трубы. В такой последовательности производится замена распорок на контрфорсы. В связи с тем, промежуток между трубами составлял три метра, решено было использование буровой установки "Беркут" для устройства свай ЭРТ (см. поз. 1 рис. 2). Для заезда его в

межтрубное пространство строители засыпали песком. Работы по устройству свай ЭРТ приходилось вести в очень сложных условиях между трубами, а удаление грунта из котлована производилось только вручную. Необходимо подчеркнуть, что монолитные железобетонные контрфорсы являлись несущими строительными конструкциями для надземных несущих стен.

Таким образом, для обеспечения безопасной эксплуатации подпорной стены при строительстве нулевого цикла, а также для создания условий для демонтажа стальных труб распорных конструкций был разработан алгоритм устройства контрфорсов, позиции которого приведены ниже (см. табл. 2).

Таблица 2

*Последовательность устройства монолитных железобетонных контрфорсов.*

1	Засыпка мелкозернистым песком межтрубного пространства
2	Подготовка площадки для устройства свай ЭРТ (поз.2 рис.2) (открытие грунта, устройство песчаной и бетонной подготовок)
3	Заезд буровой установки и устройство куста буроинъекционных свай ЭРТ (поз.2 рис.2) под железобетонный ростверк (поз.4 рис. 1, 3) монолитного контрфорса (поз.3 рис. 1, 3)
4	Устройство вертикальной монолитной железобетонной стены с наружной стороны буровых свай (см. поз. 2 рис. 1 и 3)
5	Устройство монолитного железобетонного ростверка и контрфорса с опиранием об монолитную железобетонную стену (см. поз. 2 рис. 1 и 3)
6	После набора проектных значений прочности бетона составляющих элементов контрфорса производится разборка одной стальной трубы распорной конструкции
Примечания:	
Устройство контрфорсов производилось захватками:	
1	Готовый монолитный железобетонный контрфорс (поз.3 рис.1 и 3) с набором проектной прочности всех его составляющих элементов
2	Разборка одной стальной трубы при условии набора прочности бетона всех составляющих монолитного контрфорса
В такой последовательности производилась замена всех распорок (поз.5 рис.1 и 3) на монолитных железобетонных контрфорсов (поз.3 рис.1 и 3)	



Рисунок 2. Свайное поле под монолитный железобетонный контрфорс: 1 – оголовки буроинъекционных свай ЭРТ; 2 – бетонная подготовка под ростверк.



Рисунок 3. Фрагменты выполненных монолитных железобетонных контрфорсов: 1 – существующие буронабивные сваи ограждения котлована; 2 – ограждение котлована из монолитного железобетона; 3 – монолитные железобетонные контрфорсы усиления существующей подпорной стены; 4 – монолитный железобетонный ростверк; 5 – существующая труба – расстрел усиления

Выполнение работ по реализации вышеуказанного алгоритма позволило поэтапно демонтировать распорные трубы. Дальнейших деформаций подпорной стены и жилого дома не было обнаружено.

Устройство буроналивных свай ЭРТ под фундаменты контрфорсов, контрфорсы, а также сами ростверки производились одной подрядной организацией. При этом мониторинг горизонтальных перемещений подпорной стены и деформаций осадочных марок жилого дома проводился ежедневно, благодаря чему на данном участке не было нарушений в технологической цепочке (алгоритму): «бурение – бетонирование – электрогидравлическая обработка стенок и пяты скважины – монтаж армокаркасов».

Обязательные этапы, подтверждающие соответствие проекту запроектированных свай ЭРТ под фундаменты контрфорсов (см. табл. 3).

Таблица 3

*Этапы устройства монолитных железобетонных контрфорсов*

<b>1</b>	<i>Испытания на прочность заранее изготовленных кубиков мелко-зернистого бетона, предназначенного для изготовления свай, согласно алгоритму, приведенному выше, подтверждают проектные значения</i>
<b>2</b>	<i>Испытания статической нагрузкой на вертикальную сжимающую нагрузку опытных свай ЭРТ подтверждают проектные значения</i>

**Выводы:**

1. Выполнение геотехнических работ по реализации вышеуказанного алгоритма позволило поэтапно демонтировать распорные трубы. Дальнейших деформаций подпорной стены и многоэтажного жилого дома не было обнаружено.

2. Длительные наблюдения за техническим состоянием многоэтажного крупнопанельного жилого дома дают возможность заключить о технической правильности принятого решения по устройству монолитных железобетонных контрфорсов.

\*\*\*

1. Pichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Pichev 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. «Geotechnical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроналивных свай ЭРТ повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2017. №11. С 20–25.
8. Соколов Н.С., Викторова С.С. Исследование и разработка устройства для изготовления буроналивных свай ЭРТ // *Строительство: Новые технологии - новое оборудование*. 2017. №12. С. 37–42.
9. Sokolov N.S. One of geotechnological technologies for ensuring the stability of the boiler of the pit. *Key Engineering Materials*, 2018. T. 771. C. 56–69.
10. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроналивных свай ЭРТ повышенной несущей способности. *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 20–25.
11. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроналивных свай с местными уширениями. *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. C.1–11.



Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>**Неравномерные деформации жестких объектов с повышенными нагрузками на основания**<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-476

**Аннотация**

Основной схемой расчета оснований большеразмерных фундаментов в настоящее время является схема линейно-деформированного слоя конечной толщины. Расчеты осадок, проведенные по формуле, основанной на этой схеме, до сих пор вполне удовлетворяли практику строительства. Большой опыт эксплуатации и результаты длительных наблюдений за их осадками показывают, что фактические осадки оказались значительно больше расчетных величин, определенных по формуле расчета осадки основанной на теории этой модели. Материал фактических осадок построенных объектов на большеразмерных фундаментах при повышенных нагрузках показывает, что кривые осадок состоят из линейного и нелинейного участков. Линейный участок имеет место для среднесжимаемых грунтов для первой половины расчетного среднего давления  $P_{II\text{mt}}$ , т.е. при  $P_{II\text{mt}} \leq 250 \div 300$  кПа. При  $P_{II\text{mt}}$  больше этих величин начинается возрастание скорости осадки в процессе роста нагрузки до полной ее расчетной величины. Затем скорость осадки убывает и наступает стадия стабилизации. Линейный участок графика осадки характеризует процесс уплотнения грунтов. Возрастание скоростей осадок на нелинейном участке следует объяснить возрастанием роли горизонтальных перемещений в общей деформации основания. То, что горизонтальные перемещения играют значительную роль в общей осадке сооружения, подтверждается многочисленными исследованиями оснований под резервуарами и насыпями, так и в мелкомасштабных экспериментах. Учет горизонтальных перемещений позволяет максимально приблизить фактические осадки к расчетным.

**Ключевые слова:** среднее давление, крен, фундаментная плита, осадка, линейно-деформируемый слой конечной толщины, технология ЭРТ, буроинъекционные сваи ЭРТ.

**Abstract**

The main pattern of calculation for oversize foundation bases is currently the linearly deformed layer of finite thickness scheme. Settlement calculations carried out using a formula based on this scheme have so far been quite satisfactory in construction practice. The extensive operational experience and the results of long-term observations of their settlement show that the actual settlement values were much higher than the calculated values determined by the settlement calculation formula based on the theory of this model. The material of actual settlement for objects constructed on oversize foundations under increased loads shows that the settlement curves consist of linear and non-linear parts. A linear part holds for medium compressible soils in the first half of the calculated mean pressure  $P_{II\text{mt}}$ , i.e. at  $P_{II\text{mt}} \leq 250 \div 300$  kPa. At  $P_{II\text{mt}}$  greater than these values, the rate of settlement starts to increase during the load growth up to its full calculated value. Then the rate of settlement decreases and the stabilization stage occurs. The linear part of the settlement plot characterizes the process of soil compaction. The increase in settlement rates in the non-linear part should be explained by the increasing role of horizontal displacements in the overall foundation deformation. The fact that horizontal displacements play a significant role in the overall settlement of a structure is confirmed by numerous studies of reservoirs and embankment bases, as well as by small-scale trials. Accounting for horizontal displacements allows to make actual settlement as close as possible to the calculated values.

**Keywords:** mean pressure, lurch, foundation plate, settlement, linearly deformed layer of finite thickness, DPT technology, DPT bored injection piles.

Средняя осадка объектов №№1÷5 на коробчатых фундамента, составляющая 20 - 60 см не влияет на нормальную эксплуатацию сооружения. Однако при больших осадках неизбежно возникает ее неравномерность. Неравномерность осадок вызвана еще взаимным влиянием друг на друга фундаментов объектов и их пристроев. Для своевременного принятия мер в процессе строительства и эксплуатации с целью сохранения технологического оборудования в вертикальном положении (или же поддержания отклонения вертикальной оси в допустимых пределах), необходимо иметь в наличии результаты высокоточных геодезических наблюдений за осадками фундаментной плиты позволяющих прогнозировать осадки не только в период окончания строительства сооружения, но и на время эксплуатации. В этом отношении логарифмическая формула вида  $S=S_0+A_{ln}(1+B_t)$  [1,2] является удачной зависимостью для прогноза осадок во времени до стабилизации деформации основания, где  $S_0$  – осадка за строительный период; А и В определяются по кривым фактических осадок по двум точкам при  $S_1>S_0$ . Для этого логарифмическое уравнение легко решается, если брать  $S_2=2S_1$  с начала отсчета при  $S>S_0$ . В зависимости от времени начала высокоточных геодезических наблюдений отсчет по инвариной рейке производится в годах или месяцах.

Пользуясь логарифмической формулой, возможно прогнозирование осадок в течение ограниченного участка времени. При неограниченном увеличении времени значение натурального логарифма стремится к бесконечности. По истечении 3-5 лет следует повторить наблюдения за осадками и откорректировать параметры А и В.

Во многих случаях следует ожидать, что фактическая или прогнозируемая неравномерная осадки окажутся больше допустимой из условия нормальной эксплуатации технологического оборудования. В этом случае крен выправляется или стабилизируется его дальнейший рост при помощи контргрузов, монтируемых со стороны противоположной крену. Так, например, был задан противокрен корпусу оборудования в 2,8 мм на диаметре главного разъема объекта №1 в конце января 1983 г. (рис. 1). При этом направление вектора противокрена  $\alpha=160^\circ$ . Так же для объекта №2 был задан противокрен строго по оси 2 ( $\alpha=180^\circ$ ), при этом величина противокрена составила 4 мм (рис. 2). Время жесткого закрепления технологического оборудования обоих объектов совпадает со временем придания противокрена. Результаты высокоточных геодезических наблюдений свидетельствуют о правильности установки положений технологического оборудования, которые в настоящее время находятся в пределах допустимой величины отклонения оси объекта от вертикали.

Контргрузы для правильной установки оборудования были смонтированы и на объекте №3 со стороны пристроя (рис. 3). Опять же результаты высокоточных геодезических наблюдений свидетельствуют о стабилизации крена и о правильности положения вертикальных осей обоих объектов.

В настоящее время исследованы в течение длительного времени осадки, крены коробчатых фундаментов объектов №№1÷4 (рис. 1, 2, 3). Прогибы фундаментной плиты объекта №5 (рис. 4) контактные давления под подошвой фундамента, напряжения в бетоне и арматуре фундамента объекта №6 (рис. 5, 6).

Таблица 1

Прогноз фундаментов объектов по логарифмической зависимости  $S=S_0+A_{ln}(1+B_t)$

№ n/n	Наименование объекта наблюдений	Прогнозируемая осадка, $S_t$			Примечания
		максимальная	минимальная	средняя	
1	Объект №1	$220+103,6\ln(1+0.11t)$	-	$160+79,4 \ln(1+t/7)$	1. Коэффициенты А и В определяются по фактическим кривым осадкам; 2. Время t – в месяцах.
2	Объект №2	-	-	$190+27,4 \ln(1+0.61t)$	
3	Объект №3	$350+37\ln(1+0.25t)$	$300+15,2\ln(1+0.71t)$	$325+20 \ln(1+0.66t)$	
4	Объект №4	$410+25,7\ln(1+0.53t)$	$370+17,4\ln(1+0.86t)$	$404+23,4 \ln(1+0.5t)$	

Анализ осадок и кренов показывает, что на графиках отчетливо выделяются два участка – линейный и нелинейный. Линейный участок переходит в нелинейный при среднем давлении на основание  $P_{\text{пмт}} = 250 \div 300$  кПа. Крен фундаментов появляется еще при небольших нагрузках и его величина очень незначительна. С момента, соответствующего переходу графика осадок в нелинейный участок кривая крена тоже меняет линейность, т.е. скорости крена возрастают. С этого же момента меняется направление крена от прибора в противоположную сторону.

Анализ результатов исследования контактных давлений грунта в основании, напряжений в арматуре, деформаций в арматуре, напряжений в бетоне нижней монолитной плиты фундамента объекта №6 (рис. 5, 6, 7) позволяет заключить следующее. Нижняя фундаментная плита из-за воздействия описанных выше эпюр контактных давлений выгнута центральной частью вверх. Это подтверждается тем, что при дальнейших этапах строительства напряжения в арматуре практически не увеличивается. Например, на этапе строительства, когда среднее давление на центральную часть подошвы нижней плиты достигло  $P_{\text{пмт}} = 664$  кПа, напряжения в стержнях арматуры, установленных в пролете плиты стали существенно меньше  $\sigma = 38600$  кПа напряжений, которые возникли ранее при этом же давлении. Аналогичное явление наблюдается при рассмотрении показаний динамометров, установленных в геометрическом центре плиты и на расстоянии 6 м от центра под стеной, то есть заметно снизились и в других арматурных стержнях. Причиной этого явилось интенсивное строительство технологического оборудования. Вследствие пригрузки средней части фундамента выгиб нижней плиты уменьшился. Соответственно стали меньше и напряжения в арматуре плиты.

Измерители деформаций бетона дают картину, согласующуюся с деформацией плиты от действия фактических эпюр контактных давлений грунта и от загрузки гермообъема. При возрастании нагрузки, как деформации, так и напряжения в бетоне не увеличиваются по сравнению с теми параметрами при давлении грунта на центральную часть подошвы плиты, равном  $P_{\text{пмт}} = 430$  кПа, а наоборот, уменьшаются.

Натурные исследования по изучению прогибов нижней плиты коробчатого фундамента объекта №5 (рис. 4) удачно согласовываются с результатами измерений контактных давлений, напряжений в арматуре, деформаций и напряжений в бетоне на объекте №6. Тем самым можно заключить, что из-за больших размеров фундаментной плиты горизонтальные перемещения грунта в центральной части массива грунта под подошвой плиты невозможны. Поэтому эта часть основания работает в условиях одноосной компрессии. Здесь образуется уплотненная зона. Вокруг этой зоны происходят подвижки грунта в горизонтальном направлении за пределы подошвы фундамента, чем и объясняется форма эпюры контактных давлений при значительном давлении.

О том, что горизонтальные перемещения играют существенную роль в общей осадке оснований подтверждают исследования в стендовых условиях с моделями фундаментов, проведенных М.Н. Окуловой и М.Н. Балюрой [1, 2, 3], а также в полигонных и натуральных условиях, проведенных Л.А. Шелест [4]. Наиболее ценные исследования в натуральных условиях проведены в основаниях для случаев резервуаров и насыпей резервуаров и насыпей.

Анализируя результаты исследований Р. Дар [1-4] пришел к выводу, о том что при увеличении нагрузки на основание резервуара наблюдается значительный рост горизонтальных перемещений грунтов.

Исследованиями П.А. Коновалова и Р.А. Усманова [5] также выявлено значительное влияние горизонтальных перемещений грунтов оснований на величину общей осадки моделей и натуральных резервуаров. Величины пределов пропорциональности определенных по графикам "осадки – нагрузка" указывают, что криволинейность графика  $S=f(P)$  обуславливается возрастающими величинами горизонтальных перемещений грунтов оснований.

На тесную связь горизонтальных перемещений грунтов с вертикальными осадками указывают графики их взаимной зависимости. Линейная зависимость между ними наблюдается лишь на первых ступенях нагрузки, после чего горизонтальные перемещения начинают резко возрастать. На последних ступенях нагрузки приращение осадки определяется в значительной степени приращениями горизонтальных перемещений. Об этом убедительно свидетельствуют результаты наблюдений за осадками насыпей Cubzak - les - Ponts [1-3], Каликса [4], Кинг Лина и Тиктона [1-5].

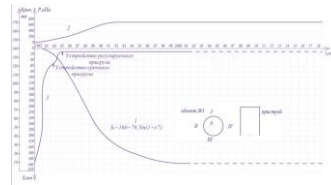


Рисунок 1. Объект №1 Графики 1 – средней осадки; 2 – роста среднего давления; 3 – результирующего крена.

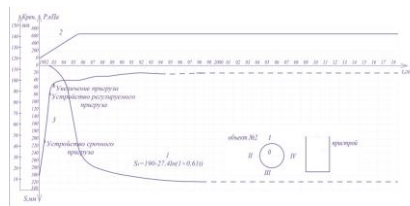


Рисунок 2. Объект №2 Графики 1 – средней осадки; 2 – роста среднего давления; 3 – результирующего крена.

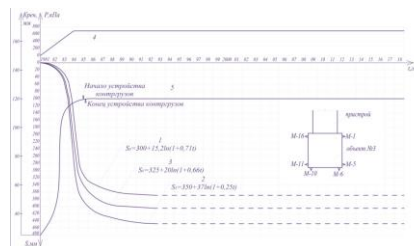


Рисунок 3. Объект №3 Графики 1 – минимальной осадки; 2 – максимальной осадки; 3 – средней осадки; 4 – роста среднего давления; 5 - результирующего крена.

Нами также получены результаты аналогичные с результатами исследований Р. Дара, Белони, П.А. Коновалова и Р.А. Усманова [5] и др. Наблюдения за горизонтальными перемещениями в основании одного из объектов показали, что ордината максимального горизонтального перемещения  $Y_{max} \approx 4$  см находится примерно на глубине  $z \approx 0,2b$ . При этом средняя осадка составляет около  $S=8$  см. Среднее давление на момент исследований составило  $P_{lim}=300$  кПа.

Весь процесс деформации основания происходит за счет преимущественного сжатия верхних слоев основания. Об этом наглядно свидетельствуют результаты наблюдений за послойными деформациями оснований рассмотренных объектов, так и большегабаритных фундаментов и других сооружений. Следовательно, основания фундаментов работают по схеме линейно - деформируемого слоя конечной толщины.

Если имеется пригрузка, препятствующая горизонтальным перемещениям грунта основания, то, ординаты контактных давлений по краю плиты увеличиваются (для всех объектов, кроме объектов №№1 и 2).

Высота уплотненной зоны равна толщине линейно-деформируемого слоя конечной толщины. В связи с вышеизложенным, был рекомендован метод выравнивания кренов фундаментов объектов №№1÷5 с помощью контргрузов (рис. 1, 2, 3).

Для стабилизации роста неравномерной осадки фундамента объекта №1 в ноябре-декабре 1983 г. был уложен срочный пригруз весом 5780 кН на консоль фундамента с

противоположной стороны от направления крена. Для ускорения процесса стабилизации роста крена дополнительно уложены регулируемые пригрузки в секторах А и Б по обе стороны от оси 2 весом около 30000 кН (рис. 1). После этих мероприятий рост крена был приостановлен.

Для уменьшения скорости нарастания крена объекта №2 (рис. 2) были устроены срочный весом 5800 кН а регулируемый весом 51000 кН пригрузки секторами А и Б, благодаря чему рост крена был приостановлен.

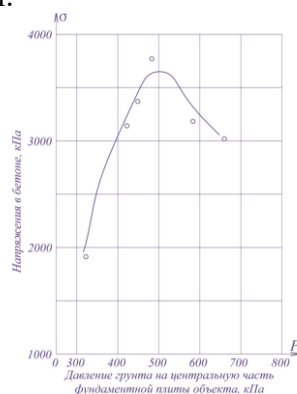


Рисунок 6. Объект №6. Зависимость сжимающих напряжений в бетоне верхней зоны нижней плиты коробчатого фундамента от величины реактивного давления на центральную область подошвы.

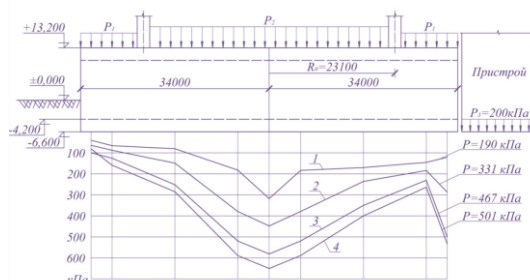


Рисунок 7. Объект №6. Прогибы нижней плиты коробчатого фундамента при различных средних давлениях РПмт: 1 – Нижняя плита; 2 – верхняя плита; 3 – нагрузка от обстройки Р1; 4 – нагрузка от технологического оборудования Р2; 5 – зона технологического оборудования.

В настоящее время осадки фундаментов объектов №№1 и 2 стабилизированы.

Увеличение крена объекта №3 (рис. 3) было также приостановлено устройством пригрузов со стороны машинного отделения: 17600 кН в ноябре 1984 г., 3750 кН в марте 1985 г., 18700 кН в сентябре-октябре 1985 г. На 1999 г. крен составляет 120 мм или  $i=0,0018$ . Такой же эффект был достигнут на объектах №№4 и 5.

Результаты длительных геодезических наблюдений за осадками фундаментов при повышенных нагрузках подтверждают правильность выбора метода исправления крена.

В работах автора [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] приводятся подходы исправления неравномерных деформаций с использованием заглубленных железобетонных конструкций как буроинъекционные сваи ЭРТ устраиваемые по электроразрядной технологии – технология ЭРТ.

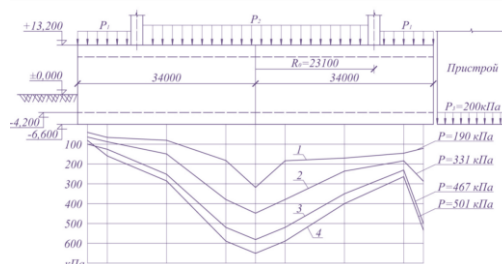


Рисунок 4. Объект №5 Этюры реактивных давлений при различных средних давлениях.

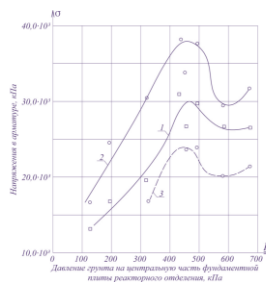


Рисунок 5. Объект №6 Зависимость растягивающих напряжений в рабочей арматуре верхнего пояса нижней плиты коробчатого фундамента от реактивного давления грунта на центральную часть. 1 – Напряжения по динамометрам, устраиваемым в геометрическом центре плиты; 2 – то же на расстоянии 6,0 м от центра плиты; 3 – то же 6,0 м от центра под стеной.

\*\*\*

1. Балюра М.В., Окулова М.Н. О влиянии некоторых факторов на деформируемость грунтов в горизонтальном направлении. В кн.: Основания и фундаменты зданий и сооружений в условиях строительства Томска. Изд-во Томского университета. Томск, 1977. С. 36-41.
2. Окулова М.Н. Исследование НДС грунтов вблизи загруженного штампа. - Основания, фундаменты и механика грунтов, № 4, 1966. С. 5-8.
3. Окулова М.Н., Балюра М.В. Боковой распор и его роль в осадке фундамента. В кн.: Исследование НДС оснований и фундаментов. Межвузовский сборник, Новочеркасск, 1971. С. 88-92.
4. Шелест Л.А. Вертикальные и горизонтальные деформации грунта при штамповых испытаниях. - Труды НИИОСП, вып. 63, 1972.
5. Коновалов П.А., Усманов Р.А. Исследование деформаций сильносжимаемых оснований гибких штампов и резервуаров. - Доклады к Дунайско-Европейской конференции по механике грунтов и фундаментостроению. Кишинев, 1983. Т.3. С. 107-112.
6. Бугров А.К., Голубев А.И. Напряженно-деформированное состояние анизотропных оснований с областями предельного равновесия грунта // Труды Дунайско - Европейской конференции по механике грунтов и фундаментостроению. Кишинев, 1983. с. 203-207.
7. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буронабивных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности //Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9.С. 66-70.
8. Никанорова И.В., Соколов Н.С. Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища //Жилищное строительство. 2017. №9. С.13-19.
9. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт восстановления аварийного здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары Геотехника. 2016. 1. С. 60-65.
10. Соколов Н.С. Технология увеличения несущей способности основания //Строительные материалы. 2019. №6. С.67-71
11. Соколов Н.С., Петров М.В., Иванов В.А. Проблемы расчета буронабивных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии. В сборнике: Новое в архитектуре, проектировании и строительных конструкции и реконструкции. Материалы VIII Всероссийской (13 Международной) конференции. Редакционная коллегия: Н.С. Соколов (отв. редактор), Д.Д. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И.Тарасов. 2014. С.415-420.
12. Соколов Н.С., Джантимиров Х.А., Кузьмин М.В., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте. Патент на полезную модель RU 161650 U1,27.04.2016.Заявка 2015126316/03от01.07.2015.
13. Соколов Н.С., Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены. Жилищное строительство. 2021. №12. С.23-27.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

Основание повышенной несущей способности

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-477

#### Аннотация

В практике геотехнического строительства внедряется технология буронабивных свай, выполненных по электроразрядной технологии. Существующая методика с использованием формул СНиП не позволяет в полной мере оценить напряженно-

деформированное состояние в активной зоне при последовательном включении в работу уширений с ростом нагрузки на фундамент.

В статье приведены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния основания буринъекционной сваи-ЭРТ, выполненной с множественными уширениями по стволу. Расчеты выполнены в пространственной постановке с учетом стадийности приложения нагрузки и образования уплотненной зоны вокруг буринъекционной сваи. Особое внимание уделялось различию напряженно-деформированного состояния основания, сложенного связным и несвязным грунтом.

Последовательно проведена оценка факторов, влияющих несущую способность и осадку буринъекционной сваи. В качестве исследуемых факторов рассматриваются количество и шаг уширений, длина буринъекционной сваи, прочностные и деформационные характеристики окружающего грунта.

**Ключевые слова:** уширение, несущая способность, буринъекционная свая-ЭРТ, разрядно-импульсная технология.

### Abstract

Continuous flight augers driven using electric-discharge technology have been actively used in the geotechnical construction. The existing method using SNIIP formulas prevents from fully assessing the stress-strain state in the active zone when it is successively widened and the foundation loading grows.

The article gives the findings of stress-strain state calculations of a continuous flight auger (EDT) made with multipoint widenings along the bore. The calculations have been made in a spatial setting taking into account the stage-wise nature of load application and compacted zone formation around the continuous flight auger. Special attention has been paid to differentiating between the stress-strain state of the foundation composed of cohesive and loose soil.

The factors affecting the load-bearing capacity and subsidence of the auger have been consistently evaluated. The factors under consideration include the number and pitch of widenings, the auger length, and strength and strain characteristics of the surrounding soil.

**Keywords:** widening, load-bearing capacity, EDT continuous flight auger, electric discharging.

Научно-технический прогресс в сфере геотехнического строительства ставит все более сложные задачи перед проектировщиками и строителями [1, 2, 4, 5, 9, 13, 17, 18, 19, 21]. Прогресс в данной сфере производства достигается путем широкого внедрения в практику строительства эффективных технологий и конструкций буринъекционных свай-ЭРТ и совершенствования методов их расчета [3]. Разработана и апробирована на многих объектах в различных регионах России современная инвестиционная технология изготовления набивных свай по электроразрядной технологии, которая обеспечивает по длине сваи создание по длине сваи множественных уширений и, соответственно, приводит к повышению к увеличению несущей способности в 2,0-2,5 раза [4, 5, 8, 17, 18, 19, 21].

Применение буринъекционных свай-ЭРТ исключает разуплотнение и расструктурирование грунта в основании за счет электрогидравлической обработки в среде мелкозернистого бетона [6] и приводит к образованию зоны уплотнения по боковой поверхности и в плоскости острия сваи [7].

Существующая методика с использованием формул СНИП не позволяет в полной мере оценить напряженно-деформированное состояние в активной зоне при последовательном включении в работу уширений с ростом нагрузки на фундамент.

С целью увеличения несущей способности буринъекционных свай-ЭРТ выполняются множественные контролируемые уширения по острию и вдоль ствола сваи. В расчете при диаметре буринъекционной сваи-ЭРТ  $d=350$  мм в связном грунте диаметр сферы уширения принят  $1,3d$ , в несвязном грунте, соответственно,  $2d$ .

Для оценки влияния количества множественных уширений ( $n$ ), расстояния между уширениями ( $a$ ), длины буринъекционных свай-ЭРТ ( $L$ ) на изменение напряженно-

деформационного состояния в связном и несвязном грунте проведены численные исследования с учетом образования зон пластических деформаций в основании [16].

Для проведения анализа влияния факторов была решена пространственная упругопластическая задача метода конечных элементов с одновременным учетом прочностных и деформационных свойств основания при использовании геотехнического комплекса *Plaxis* [10].

В качестве физической модели основания при решении задачи было принято условие предельного равновесия Мора-Кулона. Расчет выполняется с использованием шаговой процедуры приложения нагрузки. Учет собственного веса грунта проводился в виде начальных напряжений  $\sigma_z = \gamma h$ ;  $\sigma_x = \sigma_y = \xi \gamma h$ ;  $\tau = 0$ , деформированное состояние основания определялось только от внешней нагрузки на свайный фундамент. Размеры расчетной области составляют для сваи длиной  $L=9,0$  м,  $d=350$  мм с уширениями  $b \times a \times h = 24 \times 24 \times 24$  (м<sup>3</sup>) (рис. 1).

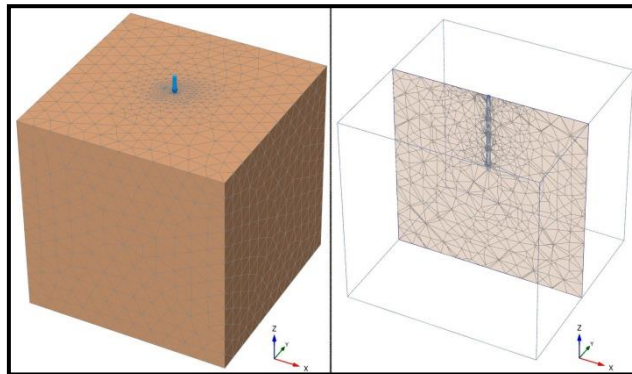


Рисунок 1. Расчетная область МКЭ размерами  $b \times a \times h = 24 \times 24 \times 24$  (м<sup>3</sup>) сваи-ЭРТ длиной  $L=9,0$  м  $d=350$  мм с уширениями. Разбивка на тетраэдрические конечные элементы.

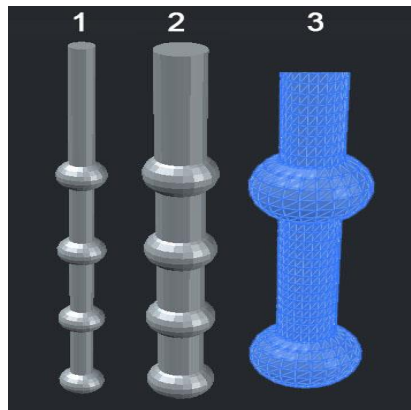


Рисунок 2. Объемная модель сваи-ЭРТ с уширениями (1), окружающего уплотненного грунта (2) и разбивка на конечные элементы (3) перед импортом в ПК *Plaxis*.

Расчеты фундаментов произведены для двух характерных типов основания: связный грунт и несвязный грунт с учетом образования уплотненной зоны вокруг сваи [11, 12]. В качестве связного грунта использовалась глина тугопластичная ( $\gamma=18$  кН/м<sup>3</sup>,  $E=13,8$  МПа,  $c=43$  кПа,  $\varphi=16^\circ$ ); в качестве несвязного грунта принят песок средней крупности, средней плотности ( $\gamma=16,5$  кН/м<sup>3</sup>,  $E=30,0$  МПа,  $c=1$  кПа,  $\varphi=35^\circ$ ).

Для буроинъекционной сваи-ЭРТ непосредственно к свае примыкает зона цементации и зона уплотнения, образующаяся в результате электрогидравлического воздействия на материал сваи [15]. В расчетной схеме диаметр зоны уплотнения составляет  $(1,8-2,2)d$  (для связных грунтов) и  $(2,8-3,1)d$  (для несвязных грунтов), который уточняется экспериментально по уходу бетонной смеси в скважине (рис. 2).



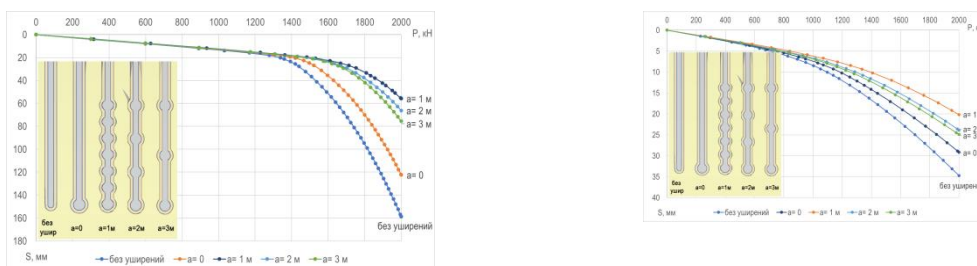


Рисунок 3. Зависимость осадки буронабивной сваи-ЭРТ от шага уширений  $a$  по стволу свай: а – связный грунт; б – несвязный грунт.

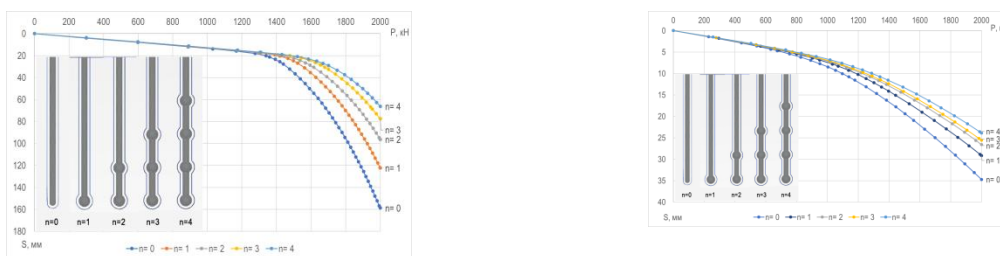


Рисунок 4. Зависимость  $S=f(P)$  сваи-ЭРТ при различном количестве уширений  $n$  ( $L=9,0$  м): а – связный грунт; б – несвязный грунт



Рисунок 5. Зависимость осадки сваи-ЭРТ от длины  $L$  (шаг уширений  $a=2,0$  м): а – связный грунт; б – несвязный грунт

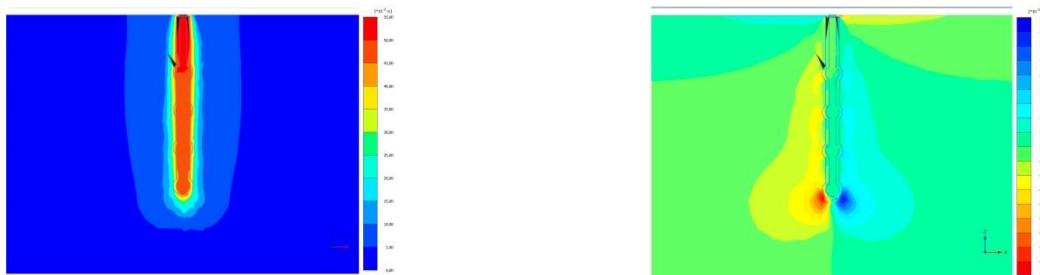


Рисунок 6. Изолинии вертикальных (а) и горизонтальных (б) перемещений в основании сваи при  $P=3000$  кН (несвязный грунт)

Линии равных вертикальных перемещений (рис. 6а) вытянуты вдоль вертикальной оси, с ростом нагрузки они концентрируются у сваи, зона развития вертикальных перемещений развивается в стороны и ниже острия сваи на расстояние  $(2,5-3,0)d$ .

Изолинии горизонтальных перемещений имеют замкнутый характер и направлены от оси сваи. Максимальные значения горизонтальных перемещений при  $P=3000$  кН зафиксированы в плоскости острия сваи и достигают значений  $U_x=9$  мм.

Изолинии вертикальных напряжений  $\sigma_z$  в активной зоне буронабивной сваи с уширениями с учетом природного напряженного состояния показан на рис. 7а. Отмечается концентрация напряжений под пятой сваи в плоскости острия и под уширениями. Распределение касательных напряжений  $\tau_{xz}$  имеет сложный характер, максимальные значения напряжений зафиксированы в местах расположения уширений вдоль ствола набивной сваи.

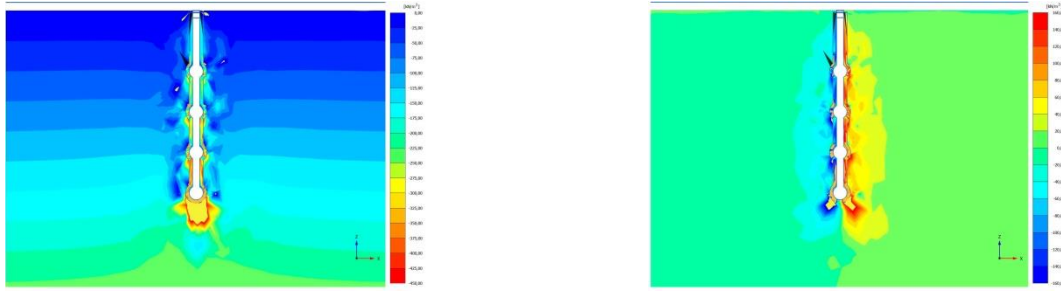


Рисунок 7. Изолинии вертикальных  $\sigma_z$  (а) и касательных  $\tau_{xz}$  (б) напряжений в основании сваи при  $P=3000$  кН (несвязный грунт)

Анализ теоретических разработок и экспериментальных данных показывает, что учет особенностей поведения грунта под нагрузкой может быть достигнут при описании его деформирования с позиций пластического течения, предусматривающих одновременное существование в грунте зон допредельного и предельного равновесия [14].

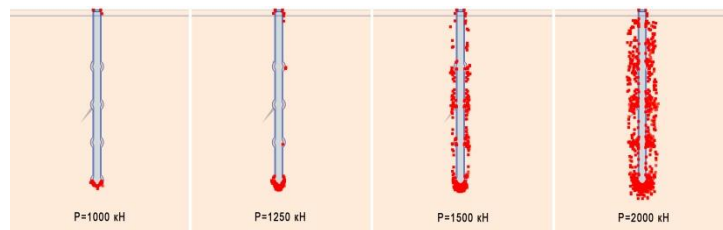


Рисунок 8. Зарождение и развития зон пластических деформаций в основании сваи-ЭРТ  $L=9$  м с уширениями ( $a=2$  м,  $n=4$ ) (связный грунт)

Рассмотрим характер зарождения и развития зон пластических деформаций в связном грунте с ростом нагрузки на свайный фундамент (рис. 8). Образование пластических зон происходит при нагрузке  $P=1000$  кН в плоскости острия сваи. С увеличением нагрузки на сваю последовательно включаются в работу уширения, расположенные вдоль ствола, при  $P=1500$  кН зоны предельного состояния зафиксированы в местах расположения уширений.

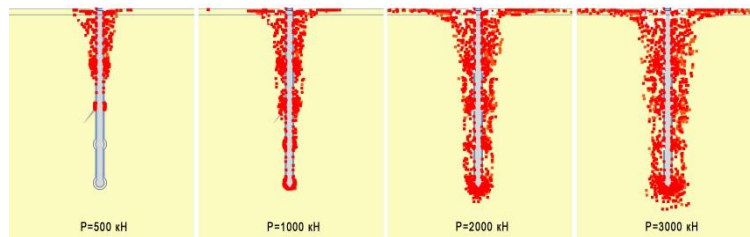


Рисунок 9. Зарождение и развития пластических зон в основании сваи-ЭРТ  $L=9$  м с уширениями ( $a=2$  м,  $n=4$ ) (несвязный грунт)

Характер зарождения зон пластических деформаций в несвязном грунте несколько отличается от связного (рис. 9). Зарождение областей пластических деформаций происходит в верхней части основания сваи-ЭРТ. С дальнейшим ростом нагрузки происходит расширение пластических зон в стороны и вниз.

Для внедрения в инженерную практику результатов решений нелинейной механики грунтов при анализе влияния факторов ( $P$ ;  $a$ ;  $n$ ;  $L$ ;  $\varphi$ ;  $c$ ;  $E$ ) может быть использована функция множественной регрессии.

$$y = A \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k} \quad (1)$$

В качестве функции, описывающей конечную осадку сваи-ЭРТ, выбрана степенная многофакторная зависимость, а по коэффициенту эластичности степенной функции, исходя

из ее типа, просто определяется влияние каждого фактора на результат в процентах. Общее уравнение зависимости осадки буроньекционной сваи-ЭРТ будет иметь вид:

$$S = A \cdot P^{b_1} \cdot a^{b_2} \cdot n^{b_3} \cdot L^{b_4} \cdot \varphi^{b_5} \cdot c^{b_6} \cdot E^{b_7}. \quad 2)$$

где  $P$  – нагрузка на сваю-ЭРТ, кН;  $a$  – шаг уширений по стволу сваи-ЭРТ, м;  $n$  – количество уширений по стволу сваи-ЭРТ, начиная с пяты;  $L$  – длина сваи-ЭРТ, м;  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта, град.;  $c$  – удельное сцепление частиц грунта, кПа;  $E$  – модуль деформации грунта, МПа;  $A$  и  $b_i$  – регрессионные параметры.

Возможности использования упругопластического решения для определения несущей способности буронабивных свай-ЭРТ с уширениями проверялись сопоставлением с результатами полевых испытаний свай. Проведенное сопоставление указывает на хорошее их соответствие.

Полученные результаты указывает на целесообразность использования решений нелинейной механики грунтов при проектировании фундаментов из буроньекционных свай с уширениями.

\*\*\*

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *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.: Георекострукция, 2010. 551 с.
3. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
4. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроньекционных свай-ЭРТ. // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. – 2015. – №1. С. 10-13.
5. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроньекционных свай с множественными уширениями с использованием электроразрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. Стр. 28-34
6. Горбушин А.В., Рябинов В.М. Возможность использования электроразрядной технологии при строительстве в неслабых грунтах // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2016. с. 10-13.
7. Патент на полезную модель №161650. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте / Авторы: Соколов Николай Сергеевич, Джантимиров Христофор Андреевич, Кузьмин Михаил Владимирович, Соколов Сергей Николаевич, Соколов Андрей Николаевич. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Зарегистрирован: 11 апреля 2016 г. 4 с.
8. Ni J.C., Cheng W.C. Quality control of double fluid jet grouting below groundwater table: case history // *Soils and foundations*. 2014. no. 6. pp. 1039-1053.
9. Разводовский Д.Е., Чепурнова А.А. Оценка влияния усиления фундаментов зданий по технологии струйной цементации на их осадку // *Промышленное и гражданское строительство*. 2016. №10. С. 64-72.
10. Маковецкий О.А., Серебрянникова Д.К., Богданова Е.О., Лузгина Е.А. // *Современные технологии в строительстве. теория и практика*. Пермь: ПНИПУ. 2016. №10. С. 221-226.
11. Yao Yuan, Shui-Long Shen, Zhi-Feng Wang, Huai-Na Wu. Automatic pressure-control equipment for horizontal jet-grouting // *Automation in Construction*. 2016. vol. 69. pp. 11-20.
12. Peter G. Nicholson. Admixture Soil Improvement // *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. 2015. pp. 231-288. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00011-X>
13. Yasuo Onishi. Fukushima and Chernobyl Nuclear Accidents' Environmental Assessments and U.S. Hanford Site's Waste Management // *Procedia IUTAM*. 2014. Vol. 14. pp. 372-381. <https://doi.org/10.1016/j.piutam.2014.01.032>
14. Ghassem Jalilian Khave. Delineating subterranean water conduits using hydraulic testing and machine performance parameters in TBM tunnel post-grouting // *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2014. Vol. 70. pp. 308-317. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmm.2014.04.013>
15. Peter G. Nicholson. Objectives and Approaches to Hydraulic // *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. 2015. pp. 151-187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00007-8>.
16. Ian Jefferson, Chris Rogers, Dimcho Evststiev, Doncho Karastanev. Improvement of Collapsible Loess in Eastern Europe // *Ground Improvement Case Histories*. 2015. pp. 215-261. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100698-6.00007-6>.
17. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроньекционных свай с множественными уширениями. Жилищное строительство. 2016. №10. С.54.
18. 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. С.1-11
19. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37.

20. Sokolov N.S. Pushkarev A.E., Evtiukov S.A. Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors. В сборнике: Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations. Proceedings of the International Conference on Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures. Technologies and Calculations, GFAC 2019. 2019. С. 347-350.
21. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буроинъекционных свай ЭРТ с многоместными уширениями. Жилищное строительство. 2017. №9.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

### Противооползневая подпорная стена

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-478

#### Аннотация

Проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При дополнительных увеличенных внешних нагрузках на существующие удерживающие конструкции использование традиционных технологий обеспечения их устойчивости не всегда оправдано. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Часты случаи использования существующих удерживающих железобетонных конструкций под новые дополнительные нагрузки от вновь возводимых объектов. В таких случаях использование буроинъекционных свай ЭРТ и грунтовых анкеров ЭРТ в большинстве случаев успешно решает многие сложные геотехнические проблемы усиления перегруженных оснований.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ

#### Abstract

Improving the load-bearing capacity of foundations has been relevant in the modern geotechnical construction. When the existing supporting structures are subject to high external loads, it is not always justified to use conventional stability technologies. It is frequently required to use off-standard methods to reinforce foundations. It is not uncommon that the existing supporting reinforced concrete structures are used to take additional loads exerted by newly erected buildings. In such cases, EDT continuous flight augers and EDT ground anchors can successfully address many complicated geotechnical issues related to reinforcement of overloaded foundations.

**Keywords:** geotechnical construction, electric discharge technology, EDT continuous flight auger, EDT ground anchors

Обеспечение безопасной эксплуатации вновь возводимых объектов на площадках со сложным рельефом и слабыми физико-механическими характеристиками требует особого подхода [1-7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Часто при новом строительстве приходится сталкиваться с усиленными ранее склонами. Чаще всего они укреплялись с помощью заглубленных железобетонных конструкций используемых как удерживающие конструкции. В большинстве случаев они по расчетной схеме относятся к строительным конструкциям консольного типа. Отличительной особенностью таких стен от раскрепленных является то, что при даже небольших дополнительных внешних нагрузках они могут деформироваться. Говорить о том, что они могут воспринять существенные возросшие нагрузки от вновь возводимого объекта, не приходится. В таких случаях необходим нестандартный подход в вопросах их использования для целей обеспечения устойчивости как склона, так и самой удерживающей подпорной стены.

В настоящей статье рассматривается случай приспособления существующей консольной уголкового железобетонной подпорной стены в качестве удерживающей

железобетонной конструкции при существенных возросших внешних нагрузках строящегося полотна автомобильной дороги. Следует отметить, что существующая угловая стена уже была деформирована. Отклонение от вертикали доходило до 950,0 мм при ее высоте 5,0 метров. Эту стену было решено усилить с помощью дополнительных буронабъекционных свай ЭРТ и превратить из консольной в раскрепленную с помощью грунтовых анкеров ЭРТ. Ниже в таблице 1 приведен один из подходов в использовании деформированной железобетонной подпорной стены на свайном основании из призматических забивных свай.

Таблица 1

№№ n/n	Заглубленные железобетонные конструкции, используемые в проекте приспособления
1	Удерживающие железобетонные конструкции представляют комплекс, состоящий из анкерных конструкций из анкеров ЭРТ, подпорной стенки из призматических забивных свай и железобетонных контрфорсов на свайном основании из буронабъекционных свай ЭРТ
2	Подпорная стенка из свай - буронабъекционные сваи по электроразрядной свайной технологии (сваи ЭРТ), объединенные по верху монолитными железобетонными ростверками. Железобетонные контрфорсы подпирают и связывают существующие с возводимыми конструкциями
3	Грунтовые анкера, изготавливаемые по электроразрядной технологии (анкера ЭРТ), изготавливаемые по электроразрядной технологии (анкера ЭРТ) устраиваются на начальном этапе производства работ и обеспечивают устойчивость угловой железобетонной подпорной стены ПС1 на время производства работ и на период эксплуатации. Они представляют собой преднапряженные элементы с железобетонным корнем, получаемым путем электроразрядной обработки грунта по длине скважины

На рис. 1 приведен план заглубленных железобетонных конструкций усиленной буронабъекционными сваями ЭРТ, грунтовыми анкерами ЭРТ и монолитными железобетонными контрфорсами.

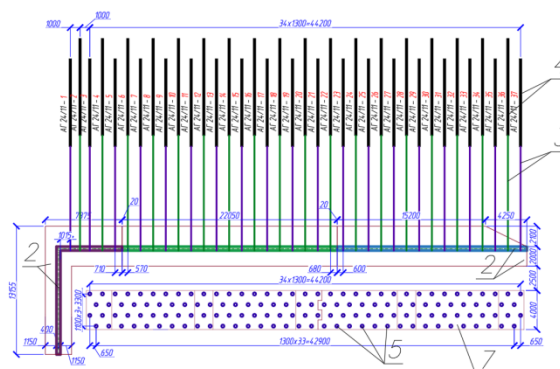


Рисунок 1. Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буронабъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк.

Согласно результатам инженерно-геологических изысканий площадка строительства расположена в юго-восточной части жилого микрорайона «Радужный» Московского района г. Чебоксары.

В геоморфологическом отношении район изысканий занимает левый склон долины р. Чебоксарка, в подошве и средней части склона расчлененной густой сетью засыпаемых и засыпанных оврагов, с абсолютными отметками от 71.2 в пойме р. Чебоксарка до 112-116.0 м в северо-западной части площадки изысканий (юго-восточной части спланированной территории мкр. «Радужный»). Перепад высот составляет около 45,0 м. Общий уклон территории наблюдается в южном направлении – в сторону долины р. Чебоксарка. Инженерно-геологическое строение площадки до исследованной глубины (40.0 м) представлено толщей коренных пород северодвинского и вятского ярусов верхнепермского отдела (P3s+v),

перекрытых с поверхности четвертичными отложениями различного возраста и генезиса. Вся толща сверху перекрыта насыпными грунтами большой мощности (tQIV).

Гидрогеологические условия площадки строительства до исследованной глубины (40,0 м) на период изысканий в августе 2018г. характеризуются наличием одного безнапорного горизонта подземных вод. Подземные воды вскрыты во всех скважинах на глубинах 0.2 - 23.8 м (абс.отметки 71.1 – 100.6м) и приурочены к насыпным грунтам tQIV, оползневым отложениям dpQ(P3s+v), аллювиальным отложениям (aQIII), верхнепермским пескам мелким, пылеватым, средней крупности, водонасыщенным, песчаным прослоям в верхнепермских глинах и суглинках (алевритах) песчанистых и мергелях известковистым (P3s+v). Водоупором служат более плотные нижележащие верхнепермские глины (P3s+v). Инженерно-геологический разрез с указанием вертикальной привязки существующей и вновь возводимой стенок приведен на рис. 2

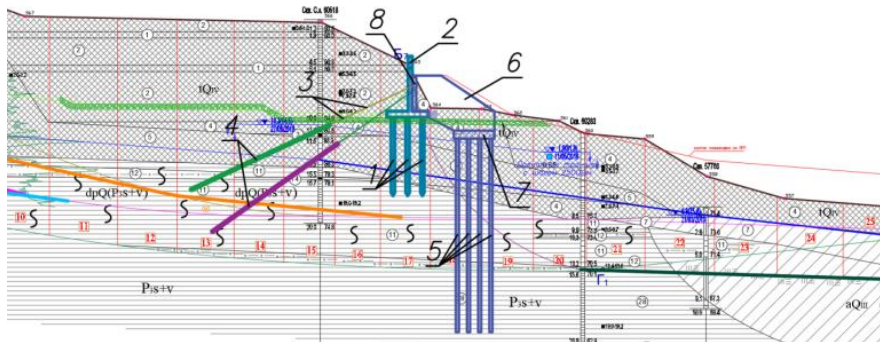
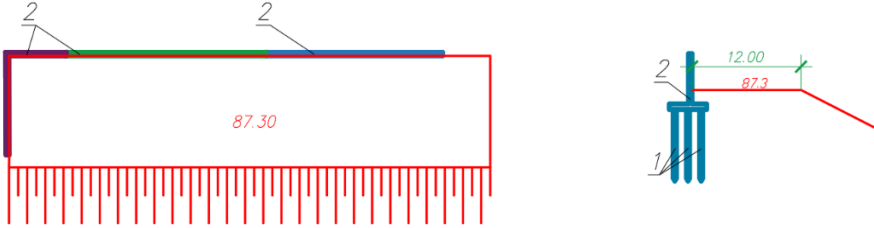


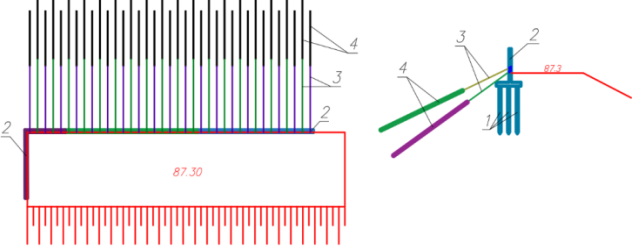
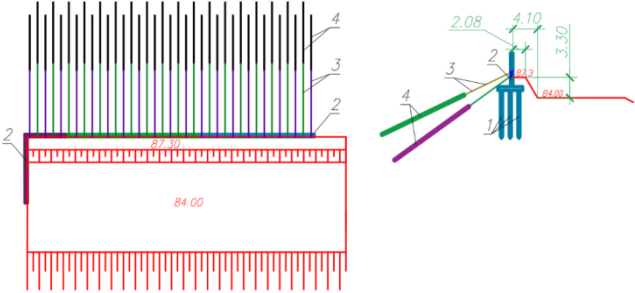
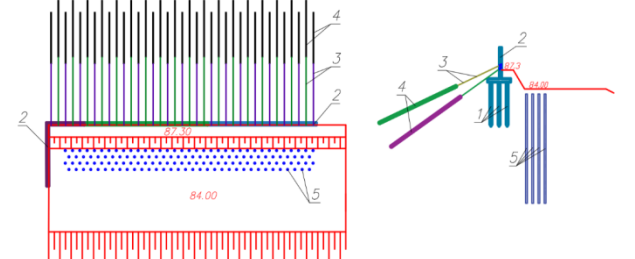
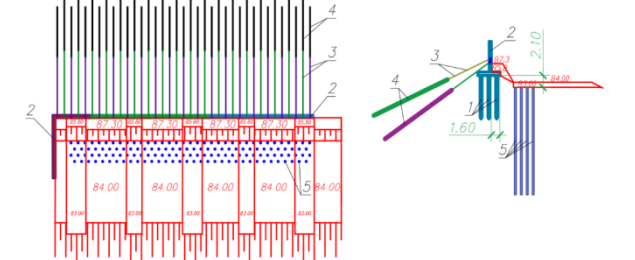
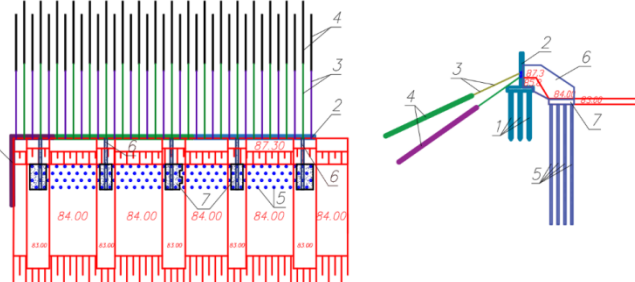
Рисунок 2. Вертикальная привязка свайных фундаментов в инженерно-геологический разрез: 1 – свайное основание из призматических железобетонных свай под существующий 2 монолитный железобетонный уголковый ростверк; 3, 4 – грунтовые анкеры ЭРТ (3 – анкерная тяга; 4 – корень анкера); 5 – буронабъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенный линейный дренаж

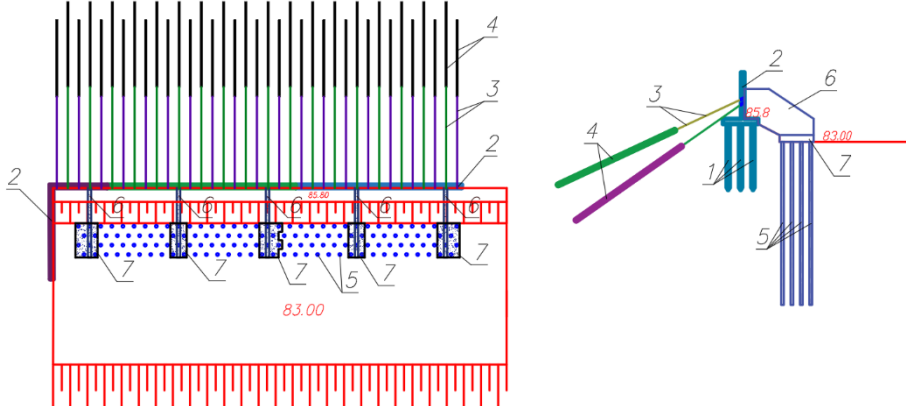
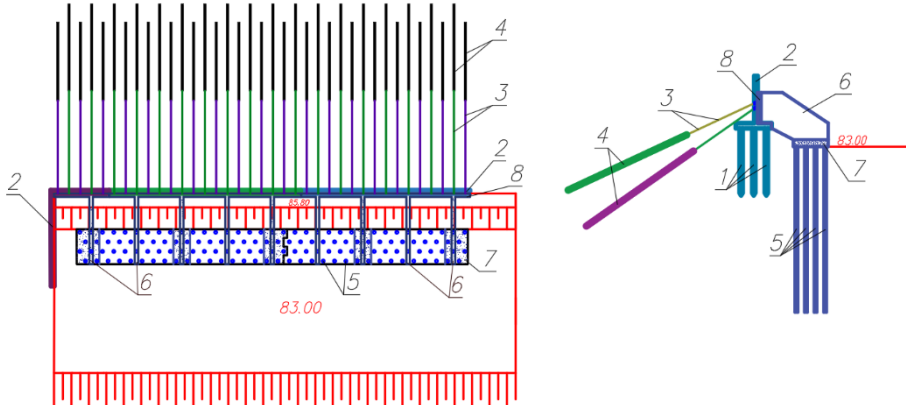
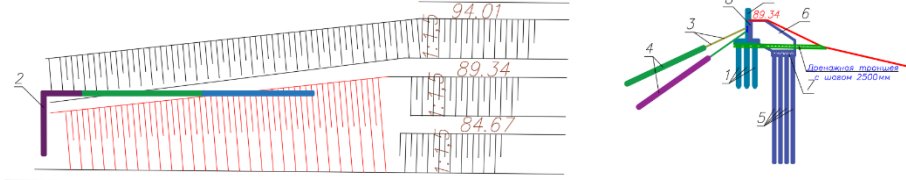
Для использования существующей подпорной стены с целью восприятия ею дополнительных возросших внешних нагрузок был разработан проект приспособления с устройством дополнительных заглубленных железо-бетонных конструкций с использованием буронабъекционных свай ЭРТ, грунтовых анкеров ЭРТ, монолитных железобетонных контрфорсов и превращения ее расчетной схемы из консольной в раскрепленную. Ниже в таблице 2 приводится алгоритм производства геотехнических работ, разделенный на этапы. Следует отметить, что их разделение на этапы связано с необходимостью обеспечения устойчивости склона при строительстве и создания безопасных условий производства работ.

Таблица 2

Алгоритм производства геотехнических работ.

№№ п/п	Наименование геотехничес-кого этапа	Схема геотехнического этапа
1	Устройство бермы до отм. 87.3	 <p data-bbox="683 1879 1270 1912">Схема устройства грунтовой бермы до отм. 87,3:</p> <p data-bbox="539 1912 1422 1966">1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголковый железобетонный ростверк</p>

<p>2</p>	<p>Алмазное сверление отверстий, устройство и натяжение грунтовых анкеров ЭРТ</p>	 <p>Схема сверления отверстий в ростверке для устройства и натяжения грунтовых анкеров ЭРТ: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголко-вый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p>
<p>3</p>	<p>Разработка грунта до отм. 84.0</p>	 <p>Схема разработка грунта до отм. 84.0: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголко-вый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p>
<p>4</p>	<p>Устройство буринъекционных свай ЭРТ</p>	 <p>Схема устройства грунтовых анкеров ЭРТ усиления существующих ростверков (3,4) и буринъекционных свай ЭРТ (5) усиления основания: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголко-вый железобетон-ный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p>
<p>5</p>	<p>Локальная разработка грунта в траншеях под ростверки до отм. 83.0 м</p>	 <p>Схема к локальной разработке грунта в траншеях под ростверки до отм. 83.0 м: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголко-вый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буринъекционные сваи ЭРТ усиления основания</p>
<p>6</p>	<p>Первый этап устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм</p>	

		<p>Схема первого этапа устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буро-инъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p>
<p>7</p>	<p>Разработка грунта до отм. 83.0 м</p>	 <p>Схема разработки грунта до отметки 83.0: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p>
<p>8</p>	<p>Завершение устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм</p>	 <p>Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p>
<p>9</p>	<p>Устройство дренажа, засыпка пазух монолитной угловой подпорной стенки, планировка участка</p>	 <p>Схема устройства пристеннолинейного дренажа, засыпки пазух подпорной стены и планировки участка: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенный линейный дренаж</p>



**Выводы:**

1. Рассмотренный в статье подход приспособления существующей удерживающей конструкции с использованием буройнъекционных свай ЭРТ, грунтовых анкеров ЭРТ и монолитных железобетонных контрфорсов создать совершенно новую удерживающую раскрепленную подпорную стену.
2. Вновь запроектированная и возведенная подпорная стена позволила обеспечить устойчивость перегруженного основания и создала условия безопасного производства работ.

\*\*\*

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. Plichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Opytosvoeniya podzemnogoprostranstvarossijskih megapolisov [Experience Of Development Of Russian Megacities Underground Space]. Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov [Soil Mechanics and Foundation Engineering], 2012, no. 2, pp. 17-20.
6. Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]. St. Petersburg, Georeconstruction Publ., 2010. 551 p.
7. Plichev, 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.
8. Plichev, 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 «Geo-technical Engineering in urban Environments»... Volume 2. - P. 581-585.
9. 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, IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
10. 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.
11. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure // Журнал базеданных Scopus-"Key Enginiring Materials". 2018. P. 76-81.
12. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction // Журнал базеданных Scopus-"Key Enginiring Materials". 2018. P.70-74. Sokolov N.S. One of geotechnological technologies for ensuring the stability of the boiler of the pit. Key Engineering Materials, 2018. T. 771. C. 56-69.
13. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буройнъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности. Жилищное строительство. 2017. № 11. С. 20-25
14. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буройнъекционных свай с множественными уширениями. Жилищное строительство. 2016. № 10. С. 54.
15. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them. Periodico TcheQuimica. 2018. T. 15. Special Issue 1. C.1-11.
16. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37

**Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>****Технология усиления оснований**<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-479

**Аннотация**

Проблема повышения несущей способности основания всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При существенных внешних нагрузках, передаваемых на основание использование традиционных технологий не всегда оправданно. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Во многих случаях геотехническая ситуация усугубляется

наличием в инженерно-геологических разрезах слабых подстилающих слоев с неустойчивыми физико-механическими характеристиками. При усилении таких оснований с помощью традиционных свай последние могут получить негативное трение, существенно уменьшающее их несущую способность по грунту, достигающие иногда до нулевых значений. Это может привести к дополнительным осадкам возводимого и возведенных в зоне геотехнического влияния объектов. Использование свай ЭРТ в большинстве случаев успешно решает многие сложные геотехнические проблемы.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, грунтобетонная свая, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ, промежуточные уширения (подпятники), «уходы».

### Abstract

Improving the load-bearing capacity of foundations has been a relevant task in the modern geotechnical construction. In case of low external loads transmitted to the foundations, conventional technologies are not always justified. It is frequently required to use off-standard methods to reinforce foundations. In many cases, the geotechnical situation is aggravated by weak subsoil having unstable physical and mechanical characteristics present in soil sections. When such foundations are reinforced using conventional piles, they may be subject to negative friction greatly reducing their load-bearing capacity of soil sometimes reaching zero levels. This may result in additional subsidence of buildings erected in the geotechnical affect zone. Using EDT piles can successfully address many complicated geotechnical problems.

**Keywords:** geotechnical construction, cement-bound pile, electric discharge technology, EDT continuous flight auger, EDT ground anchors, intermediate widenings (thrust plates), drifts

Электроразрядная технология, обладая рядом технических и технологических преимуществ [1-29] 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. Технологическим преимуществом ее является взрывообразное преобразование электрической энергии в механическую при достижении ударной волны с шириной переднего фронта порядка  $10^{-9}$  м со скоростью подъема давления до  $10^{18}$  Па/с. 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» [13-29]. Таким образом, возникшая дополнительная опора начинает статически работать совместно со свай по нижней поверхности уширения, увеличивая ее несущую способность по грунту. Геометрические параметры формы уширения в первом приближении можно принять за сферу. Параметры сферы такие, например, как диаметр  $d$  и ее высота  $h$  зависят от энергии электрогидравлического удара, пористости, влажности и вида обрабатываемого грунта. Диаметр уширения  $d$  возможно определить по величине максимального понижения уровня мелкозернистого бетона в скважине, как говорят геотехники по «уходам». Следует, конечно, отметить, что величины «уходов» во время электрогидравлической обработки (именно поэтому при устройстве свай ЭРТ уровень мелкозернистого бетона всегда следует держать на отметке поверхности земли) и с течением времени существенно разнятся. «Уходы» во времени от начала бетонирования до начала твердения бетона могут составить от нескольких сантиметров до нескольких метров. Прежде всего, такие большие понижения связаны со спецификой грунта как пористого материала. Эти вертикальные перемещения мелкозернистого бетона дополнительно увеличиваются за счет электроосмотического всасывания цементного молока в структуру грунта.

Следует предположить, что при максимальных объемах всасывания цементного молока в поры грунта, несущая способность свай ЭРТ повысилась бы многократно благодаря задействованию прочностных характеристик массива грунта, таких как удельное сцепление и угол внутреннего трения, в совместную работу со свайей. Но этому процессу препятствует то обстоятельство, что при замешивании мелкозернистого бетона и электрогидравлической обработке происходит его намагничивание, что способствует образованию цементных коллоидов. В то же время их размеры многократно превосходят размеры пор грунта. К сожалению, пока нет технологии, воспрепятствующей комкованию цементного молока. Это возможно на мой субъективный взгляд только при размагничивании биполей воды в бетоне.

Необходимо обратить внимание еще на один аспект, связанный с возможным увеличением несущей способности оснований, усиленных буровыми сваями. В среде проектировщиков устоялась мнение том, что чем больше диаметр буровой сваи, тем больше ее несущая способность по грунту. Да это так. Но критерием оценки несущей способности  $F_d$  по грунту на наш взгляд 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», т.е. расчетная нагрузка одного кубического метра буровой сваи. При таком подходе, анализируя результаты расчетов несущей способности для свай ЭРТ и буронабивных свай разных диаметров можно, сделать вывод о том, что с увеличением диаметра буровых свай удельная несущая способность снижается, приближаясь к некоторой асимптоте. В то же время наиболее оптимальным по удельным характеристикам являются «микросваи», т.е. буроинъекционные сваи ЭРТ диаметром до 300 мм, изготавливаемые по электроразрядным технологиям. На рис. 1 графики 1-4 наглядно демонстрируют это.

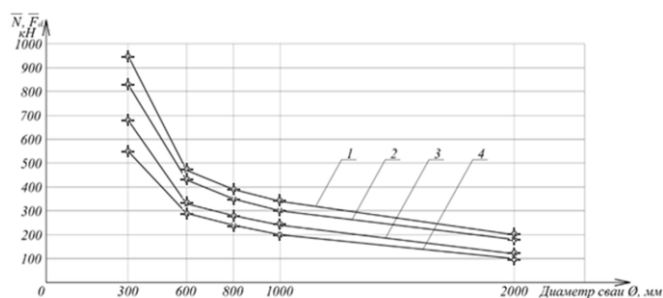


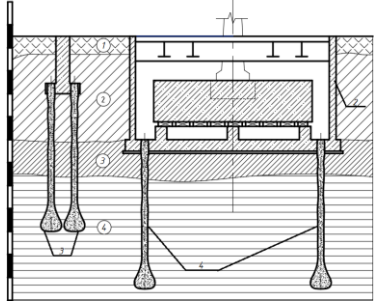

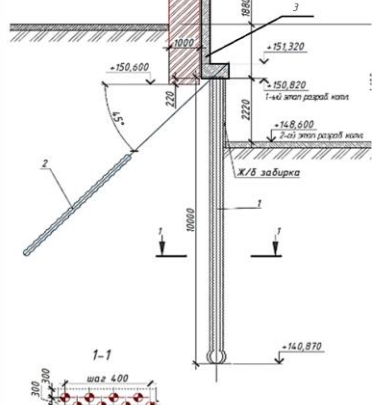
Рисунок 1. Графики зависимости  $f(\overline{\Phi N})$  и  $f(\overline{\Phi(F_d)})$ , где  $F_d$  – удельная несущая способность (кН),  $N$  – удельная расчетная нагрузка (кН), 1 и 2 – графики  $f(\overline{\Phi(F_d)})$ ; 3 и 4 – графики  $f(\overline{\Phi N})$ .

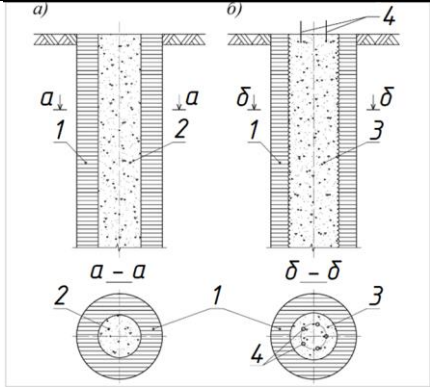
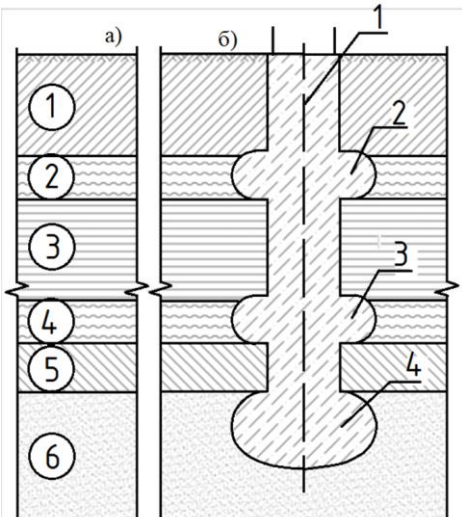
Примечания: 300-диаметр сваи ЭРТ; 600, 800, 1000, 2000, диаметры буронабивных свай (мм).

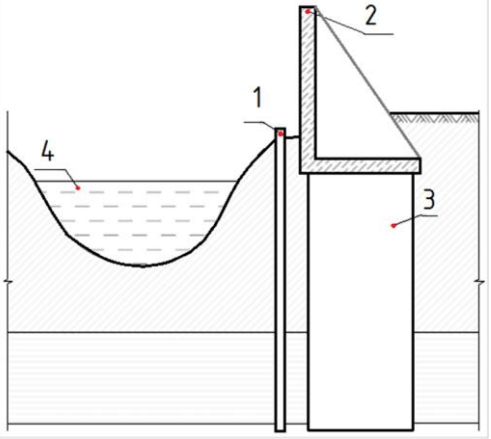
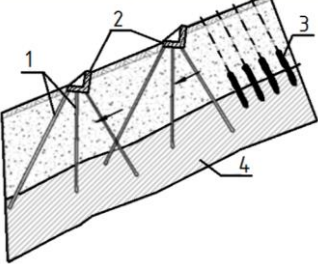
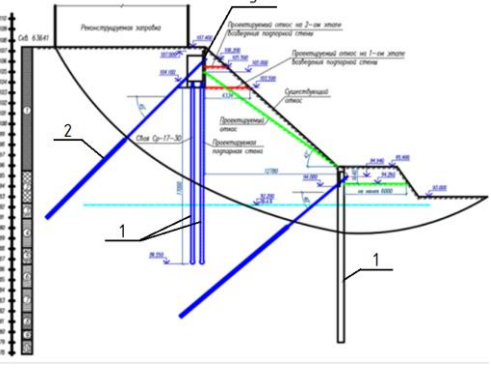
Необходимо обратить внимание на широкий диапазон использования электроразрядной технологии усиления оснований с использованием «микросвай». Область использования ЭРТ технологии существенно расширяется, комбинируя ее с технологией устройства грунтоцементных свай, т.е. GET технологией. Ниже в таблице 1 приведены апробированные геотехнические технологии с использованием этих двух.


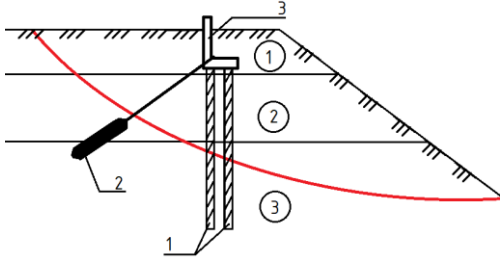

Таблица 1

№№ п/п	Комбинированная геотехническая технология, основанная на электроразрядной, а также на технологии грунтоцементных свай GET	Область применения. Краткое описание геотехнической технологии	Принципиальные схемы геотехнических технологий с использованием буроинъекционных свай ЭРТ
1	2	3	4

№№ п/п	Комбинированная геотехническая технология, основанная на электроразрядной, а также на технологии грунтоцементных свай ГЕТ	Область применения. Краткое описание геотехнической технологии	Принципиальные схемы геотехнических технологий с использованием буроинъекционных свай ЭРТ
1	2	3	4
1	<p>Электроразрядная геотехническая технология усиления оснований фундаментов с использованием буроинъекционных свай ЭРТ</p>	<p>Технология с использованием буроинъекционных свай ЭРТ актуальна для усиления оснований фундаментов аварийных, реконструируемых зданий и сооружений. Она востребована в стесненных и особо стесненных условиях, а также в перемежающихся слабых подстилающих слоях</p>	 <p>Схема усиления основания: 1 – фундамент каркаса здания; 2 – фундамент кузнечного молота; 3 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления оснований фундаментов каркаса; 4 – буроинъекционные сваи-ЭРТ усиления оснований фундаментов молота</p>
2	<p>Электроразрядная геотехническая технология устройства буроинъекционных свай ЭРТ в свайных полях</p>	<p>Эта технология наиболее эффективна для применения в стесненных условиях и под большие внешние нагрузки, а также как усиленное свайное основание высотных зданий и сооружений</p>	 <p>Свайное поле из буроинъекционных свай ЭРТ: 1 – бетонная подготовка; 2 – выпуски армокаркаса свай ЭРТ</p>
3	<p>Электроразрядная технология устройства буроинъекционных свай ЭРТ как шпунтовая стенка ограждений котлованов.</p>	<p>Эта технология устройства буроинъекционных свай ЭРТ как конструктив является консольной шпунтовой стенкой. Она в основном служит для обеспечения устойчивости стенок грунта неглубоких котлованов. В зависимости от количества рядов из свай ЭРТ стенка может обеспечить устойчивость стенок грунта котлованов разных глубин.</p>	 <p>Шпунтовая стенка ограждения котлована из буроинъекционных свай и грунтовых анкеров ЭРТ: 1 – буроинъекционные сваи ЭРТ; 2</p>

№№ п/п	Комбинированная геотехническая технология, основанная на электроразрядной, а также на технологии грунтоцементных свай GET	Область применения. Краткое описание геотехнической технологии	Принципиальные схемы геотехнических технологий с использованием буринъекционных свай ЭРТ
1	2	3	4
			<p>– грунтовые анкера ЭРТ; 3 – уголковая монолитная ж/б подпорная стена</p>
4	Комплексная электро-разрядная технология устройства свай повышенной несущей способности с использованием грунтобетонных свай GET	Комплексная технология устройства свай ЭРТ с использованием грунтобетонных свай GET позволяет получить заглубленную железобетонную конструкцию повышенной несущей способности.	 <p>Схема устройства грунтобетонной сваи (ГБС): 1 – грунтоцементный массив; 2 – свежеуложенный мелкозернистый бетон; 3 – электрогидравлически обработанный и армированный мелкозернистый бетон; 4 – выпуски пространственного армокаркаса</p>
5	Геотехническая технология устройства комбинированной грунтобетонной сваи повышенной несущей способности с использованием электроразрядной и GET технологий	Технология востребована для устройства буринъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности в случае наличия в основании слабых перемеживающихся грунтов. Предполагает использование технологии GET для устройства уширений (подпятников) на глубинах наличия слабых ИГЭ вдоль их толщин. Конструкция является вариантом грунтобетонной железобетонной сваи (ГБС).	 <p>Врезка в инженерно-геологический разрез буровой грунтобетонной сваи (ГБС) с многоступенчатыми уширениями: (1) – (6) – инженерно-геологические элементы (ИГЭ); (2),(4) – слабые ИГЭ; 1 – железобетонный ствол сваи; 2,3,4 – промежуточные уширения(подпятники)</p>
6	Геотехническая технология устройства ограждения склонов и	Технология из комбинированной грунтобетонной сваи с использованием	

№№ п/п	Комбинированная геотехническая технология, основанная на электроразрядной, а также на технологии грунтоцементных свай ГЭТ	Область применения. Краткое описание геотехнической технологии	Принципиальные схемы геотехнических технологий с использованием буроинъекционных свай ЭРТ
1	2	3	4
	<p>берегов водоемов и рек из комбинированной грунтобетонной сваи с использованием электроразрядной и ГЭТ технологий и монолитной железобетонной подпорной стены как заглубленная железобетонная конструкция.</p>	<p>электроразрядной и ГЭТ технологий и монолитной железобетонной подпорной стены как противофильтрационная завеса и упор массива грунта.</p>	 <p>Схема укрепления берегов разливающихся рек: 1 – сплошной шпунт; 2 – уголковая подпорная стена; 3 – свайное основание из ГБС как противофильтрационная завеса; 4 – русло реки</p>
7	<p>Устройство буроинъекционных свай ЭРТ как грунтовые железобетонные нагели укрепления оползневого склона.</p>	<p>Технология служит для укрепления оползневого и нагруженного склона с помощью свай ЭРТ, закрепляющих поверхность призмы обрушения. Часто используется совместно с монолитной железобетонной уголковой подпорной стеной с усиленным сваями ЭРТ основанием.</p>	 <p>Противооползневая защита склонов из буроинъекционных свай ЭРТ и нагелей (шпонок): 1 – сваи в составе подпорной сетчатой стены; 2 – уголковая сетчатая подпорная стена; 3 – нагели (шпонки) в плоскости сдвига; 4 – плоскость сдвига</p>
8	<p>Устройство буроинъекционных свай ЭРТ как свайное основание под монолитной железобетонной уголковой подпорной стеной</p>	<p>Технология наиболее востребована как упор массива грунта от оползневого и нагруженного склона. Эта конструкция работает как консольная железобетонная конструкция. Для ее оптимизации в конструктивную схему возможно включение грунтовых анкеров ЭРТ в один или несколько рядов.</p>	 <p>Сечение прислоненного откоса с</p>

№№ п/п	Комбинированная геотехническая технология, основанная на электроразрядной, а также на технологии грунтоцементных свай GET	Область применения. Краткое описание геотехнической технологии	Принципиальные схемы геотехнических технологий с использованием буронабивных свай ЭРТ
1	2	3	4
			<p><b>противооползневым и заглубленными ЖБК:</b>  <b>1 – буронабивная свая ЭРТ;</b>  <b>2 – грунтовые анкера; 3 – угловая монолитная ж/б подпорная стена</b></p>
9	<p>Устройство грунтовых анкеров ЭРТ, устраиваемые по электроразрядной технологии как заглубленные железобетонные конструкции совместно со шпунтовой стенкой.</p>	<p>Технология с использованием грунтовых анкеров ЭРТ в составе шпунтовой стенки из свай ЭРТ наиболее экономична по сравнению с консольными подпорными стенами. Она оптимально подходит для обеспечения устойчивости грунта стенок котлованов.</p>	 <p><b>Схема устройства ограждения котлована: 1 – буронабивные сваи ЭРТ; 2 – монолитный ж/б обвязочный пояс; 3 – анкерный пояс; 4 – грунтовые анкера ЭРТ</b></p>
10	<p>Комбинированные грунтовые анкера, устраиваемые по электроразрядной и GET технологиям как железобетонные конструкции для обеспечения устойчивости стенок котлованов и оползневых склонов</p>	<p>Технология с использованием грунтовых анкеров ЭРТ в составе шпунтовой стенки наиболее экономична по сравнению с консольными подпорными стенами. Она оптимально подходит для обеспечения устойчивости грунта стенок котлованов, а также оползневых и нагруженных склонов.</p>	 <p><b>Схема усиления оползневого склона с помощью свай ЭРТ и грунтобетона: 1 – сваи ЭРТ; 2 – грунтобетонный анкер; 3 – угловая монолитная ж/б подпорная стена;</b>  <b>(1)-(3) – инженерно-геологические элементы</b></p>
11	<p>Геотехническая технология усиления оползневого склона с использованием буронабивных свай ЭРТ и монолитной железобетонной угловой подпорной стены (как вариант, монолитный железобетонный обвязочный пояс).</p>	<p>Технология востребована для устройства буронабивных свай ЭРТ укрепления основания оползневого склона с возведением монолитной железобетонной подпорной стены. Сваи ЭРТ могут размещаться в несколько рядов.</p>	 <p><b>Схема устройства усиления оползневого склона:</b>  <b>1 – буронабивные сваи ЭРТ в три ряда;</b>  <b>2 – выпуски арматурного каркаса свай</b></p>

№№ n/n	Комбинированная геотехническая технология, основанная на электроразрядной, а также на технологии грунтоцементных свай ГЕТ	Область применения. Краткое описание геотехнической технологии	Принципиальные схемы геотехнических технологий с использованием буроинъекционных свай ЭРТ
1	2	3	4
12	Геотехническая технология устройства ограждения котлована при наличии в основании ИГЭ повышенной прочности с использованием буроинъекционных свай ЭРТ	Технология с использованием буроинъекционных свай ЭРТ в случае наличия в основании инженерно - геологических элементов с высокими прочностными характеристиками (аргиллит, алевролит), зацемяющих их, в качестве ограждения котлованов в один или несколько рядов. По верху свай ЭРТ устраивается монолитный железобетонный обвязочный пояс	 <p><b>Схема устройства ограждения котлована:</b> 1 – буроинъекционные сваи ЭРТ; 2 – монолитный железобетонный обвязочный пояс</p>

### Выводы и рекомендации:

С учетом вышесказанного результаты длительных исследований и использование электроразрядной геотехнической технологии устройства заглубленных железобетонных конструкций с использованием электроразряда и **анробации** в реальном подземном строительстве в течение длительного периода времени позволили рекомендовать ее для решения следующих строительных задач, приведенных в таблице 2 ниже.

Таблица 2

№	Геотехническая задача
1	При усилении перегруженных оснований фундаментов, включая цементацию слабых инженерно-геологических элементов
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 усилении оснований фундаментов существующих зданий и сооружений в связи с планируемым повышением или изменением характера эксплуатационных нагрузок при изменении конструктивной схемы
4	Для исправления сверхнормативных кренов зданий и сооружений 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 протопольтрационной завесы, а также цементации контактного слоя подошвы фундаментов с несущим слоем
10	Для устройства железобетонных шпонок (нагелей) по границе призмы обрушения при усилении оползневых склонов с целью стабилизации их деформаций

\*\*\*

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



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).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. Ilchev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Opyt osvoeniya podzemnogo prostranstva rossijskikh megapolisov [Experience Of Development Of Russian Megacities Underground Space]. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov [Soil Mechanics and Foundation Engineering]*, 2012, no. 2, pp. 17-20.
6. Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. *Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]*. St. Petersburg, Georeconstruction Publ., 2010. 551 p.
7. Ilchev, V. A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow / V. A. Ilyichev, P. A. Konovalov, 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.
8. 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 «Geo-technical Engineering in urban Environments»...* Volume 2. - P. 581-585.
9. 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, 28th IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
10. Nikiforova, N. S. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // *Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23-25 September 2004.* – P. 338-342.
11. 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.
12. 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.
13. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Electric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure // *Журнал в базе данных Scopus- «Key Engineering Materials».* 2018. P. 76-81.
14. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction // *Журнал в базе данных Scopus – «Key Engineering Materials».* 2018. P.70-74.
15. Sokolov N.S. One of Geotechnological Technologies for Ensuring the Stability of the Boiler of the Pit // *Журнал в базе данных Scopus – «Key Engineering Materials».* 2018. P. 56-69.
16. Sokolov N.S. Regulated injection pile-electric discharge technology with multiple pile enlargements posed as an underground reinforced concrete structure with a controlled load capacity // *18 international multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2018 Albena Resort SPA Bulgaria.* 2018. P. 601-608. Базаданных Web of Science.
17. Sokolov N.S. One of the geotechnical technologies to strengthen the foundation base in constraint environment in the addition of 4 floors // *18 international multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2018 Albena Resort SPA Bulgaria.* 2018. P. 513-522. Базаданных Web of Science.
18. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the turches of objects targe-sized foundations and increased loads on them // *Журнал в базе данных Scopus-«Key Engineering Materials».* 2018. P.1-11.
19. Sokolov N.S., Sokolov A.N., Sokolov S.N., Glushkov V.E., Glushkov A.E. Raschyotburoinyekcyonnikhsvaipovishennoynesusheysposobnosti [Calculation of Increased Bearing Capacity Bored Piles]. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*, 2017, no. 11, pp 20–26.
20. Sokolov N.S. Fundament povyshennoynesusheysposobnosti s ispolzovaniyemburoinyekcionnikhsvai ERT s mnogomestnyumiushirenyami [The Foundation of Increased Bearing Capacity Employing Bored Electric Discharge (ЭРТ) Piles with Multi-seat Broadening]. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*, 2017, no. 09, pp 25–29.
21. Nikolay Sokolov, Sergey Ezhov, Svetlana Ezhova. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem // *Journal of applied*
22. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Electric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure // *Log in database Scopus-"Key Engineering Materials".* 2018. P. 76-81.
23. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction // *ЖурналвбазеданныхScopus-"Key Engineering Materials".* 2018. P.70-74.
24. Sokolov N.S. One of Geotechnological Technologies for Ensuring the Stability of the Boiler of the Pit // *Log in database Scopus-"Key Engineering Materials".* 2018. P. 56-69.
25. Sokolov N.S. Regulated injection pile-electric discharge technology with multiple pile enlargements posed as an underground reinforced concrete structure with a controlled load capacity // *18 international multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2018 Albena Resort SPA Bulgaria.* 2018. P. 601-608. Database Web of Science.

26. Sokolov N.S. One of the geotechnical technologies to strengthen the foundation base in constraint environment in the addition of 4 floors//18 international multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2018 Albena Resort SPA Bulgaria. 2018. P. 513-522. Базаданных Web of Science.
27. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the turches of objects targe-sized foundations and increased loads on them // Log in database Scopus-"Key Engineering Materials". 2018. P.1-11.
28. Nikolay Sokolov. Electroimpulse Device for Manufacture of Continuous Flight Augering Piles //Current Trends in Civil and Structurual Engineering. August 2020.
29. Nikolay Sokolov. Approach to Increasing the Carring Capacity of the Pile Base //Current Trends in Civil and Structurual Engineering. August 2020.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

### Увеличение несущей способности буровых свай

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-480

#### Аннотация

Известно, что несущая способность по грунту  $F_d$  любой сваи является основным показателем для целей восприятий повышенных нагрузок от надфундаментных конструкций. Для достижений повышенных значений  $F_d$  для большинства технологий устройства заглубленных конструкций **основным направлением является** или увеличение диаметра сваи или ее длины. **Вторым подходом увеличения  $F_d$**  является прогрессивная технология устройства буровых свай с помощью промежуточных уширений. В статье рассматривается **третий подход устройства буровых свай** повышенной несущей способности, основанной на совместной работе грунтоцементной сваи, сваи SFA (НПШ) и окружающего массива грунта.

**Ключевые слова:** буровая свая, несущая способность, грунтоцементная свая, электроразрядная технология, технология непрерывного проходного шнека SFA (НПШ), грунтобетонная свая (ГБС).

#### Abstract

It is known that the dynamic capacity formula  $F_d$  of any pile is the main indicator for the purpose of increased loads accommodation from structures above foundation. The main approach to achieving increased  $F_d$  values for most buried structure technologies is to increase either the diameter or the length of a pile. A second approach to increasing  $F_d$  values is the advanced technology of bored pile placement using intermediate pile extensions. The article considers the third approach to bored pile arrangement with increased bearing capacity, based on combined effect of a jet grouting pile, CFA pile and soil in-situ.

**Keywords:** bored pile, bearing capacity, jet grouting pile, electric discharge technology, continuous flight auger technology (CFA), soil-concrete pile (SCP)

Устройство буровых свай повышенной несущей способности  $F_d$  является важной геотехнической задачей при возведении зданий повышенной этажности. Для достижения этой цели важно максимальное использование совместной работы сваи с грунтом, а также его фрикционных характеристик.

В настоящей статье рассматривается один их подходов устройства буровой сваи, являющиеся синтезом 3-х геотехнических технологий: 1. **Get-технология** – устройство грунтоцементных свай согласно «СП 291.1325800.2017 Конструкции грунтоцементные армированные. Правила проектирования Москва. 2017»; 2. **Технология SFA** –устройство буроинъекционных свай с помощью непрерывных проходных шнеков (НПШ) в теле грунтоцементного массива вдоль его оси симметрии, как правило, диаметром не боле 300 мм; 3. **Разрядно-импульсная технология устройства буроинъекционных свай.**

Электрогидравлический эффект возникающий при обработке мелкозернистого бетона способствует внедрению его в грунтоцементный массив. Тем самым происходит более полное сцепление этих двух конструктивных элементов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Это обстоятельство позволяет сконструировать принципиально новую заглубленную железобетонную конструкцию – **грунтобетонную сваю**.

Ниже на рис. 1 приведена принципиальная схема устройства этой сваи, в том числе на рис. 1 а – схема устройства буроинъекционной сваи SFA (НПШ) (поз. 2) внутри грунтоцементной сваи (поз. 1), а на рис. 1 б – схема устройства буроинъекционной сваи SFA (НПШ) (поз. 3) мелкозернистый бетон которой обработан с помощью электрогидравлической технологии и армирован пространственным каркасом (поз. 4), внутри грунтоцементного массива (поз. 1).

Заглубленная железобетонная конструкция – грунтобетонная свая приведенная на рис. 1 б в отличие от других типов имеет сложную конструкцию поперечного сечения. Несущим элементом служит электрогидравлически обработанная и армированная свая SFA (НПШ) (поз. 3). Ее несущая способность по наружной поверхности зависит от фрикционных характеристик грунтоцементной составляющей (поз.1) (см. рис.2).

Кроме того свая SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом работает как железобетонная свая трения по боковой поверхности с окружающим грунтом (см. рис. 3).

Таким образом, можно предложить следующий алгоритм определения несущей способности комплексной грунтобетонной сваи (ГБС):

1. Гипотеза о том, что произойдет срыв сваи SFA (НПШ) по контактной наружной поверхности под внешним воздействием сосредоточенной нагрузки  $N_I$  (см. рис. 2). При этом значения предельных сдвигающих сил по наиболее слабому бетону  $N_{bxy,ult}$  (грунтоцементный массив) следует определить по формуле (8.114) СП 63.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

$$N_{bxy,ult} = 0,3 \cdot R_{bt} \cdot A_b \quad (1)$$

где  $A_b$  – рабочая площадь поперечного сечения бетона сваи по контакту с грунтоцементным массивом (принимается площадь наружной поверхности сваи SFA (НПШ)):  $A_b = \pi d \cdot h$ , здесь  $d$  – диаметр сваи, м;  $h$  – ее длина;  $R_b$  – расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение: принимается по табл. 6.8 СП 63.13330.2012.

Несущая способность  $F_{d1}$  будет равной

$$N_{bxy,ult} \text{ т.е. } F_{d1} = N_{bxy,ult} \quad (2)$$

2. Гипотеза о том, что срез сваи SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом произойдет по ненарушенному грунту от внешней нагрузки, предполагает определение несущей способности  $F_{d2}$  по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». В том случае схема к расчету приведена на рис. 3.

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot u \sum f_i \cdot h_i) \quad (3)$$

3. Из двух значений  $F_{d1}$  и  $F_{d2}$  принимается в качестве нормативного значения  $F_d$  минимальное значение.

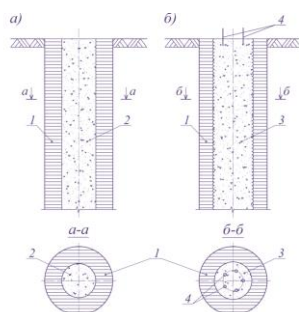


Рисунок 1. Схема устройства грунтобетонной сваи (ГБС)

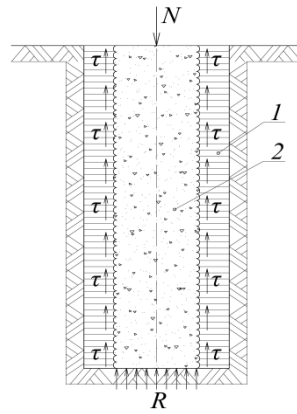


Рисунок 2. Схема к определению несущей способности сваи SFA (НПШ) по грунтоцементному основанию  $F_{d1}$  1 – грунтоцементный массив, 2 – свая SFA (НПШ)

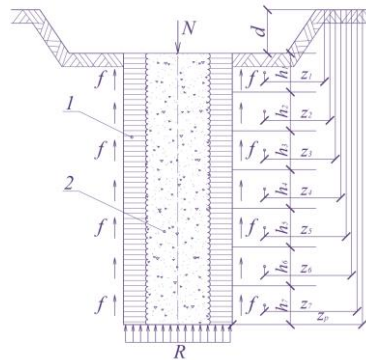


Рисунок 3. Схема к определению несущей способности сваи SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом по грунту (грунтобетонные сваи (ГБС): 1-грунтоцементный массив, 2 – свая SFA (НПШ)

Ниже приведем пример определения несущей способности грунтобетонной сваи (ГБС).

Инженерно-геологический разрез (см.рис.4) **ИГЭ №1** площадки строительства от поверхности представлен насыпным грунтом с включениями обломков кирпича.

Ниже залегает **ИГЭ №2**. Это суглинки лёссовые непросадочные, (prQIII), от мягко- до туго- пластичной консистенции, редко полутвердый, с числом пластичности  $I_p=0,14$ . Далее подстиляется **ИГЭ №3**. Суглинки песчанистые (pdQIII) тугопластичные с  $I_p=0,14$ , залегают в подошве четвертичных грунтов фрагментами в виде линз мощностью 0,5-1,2 м. **ИГЭ №4**. Представляют глины алевритистые ( $P_{2t}$ ) и с прослойками алевритов, полутвердые, с числом пластичности  $I_p = 0,30$ .

Несущую способность сваи **SFA** (НПШ) относительно грунтоцементного массива на гипотезе 1 определяем по формуле (1):

$$F_{d1}=0,3 \cdot R_{br} \cdot A_b = 0,3 \cdot 480 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 11,2=1519 \text{ кН.}$$

Здесь  $R_{br}$  – расчетное сопротивление осевому растяжению при  $V_{7,5}$  равно 480 кПа,

$A_b$  – площадь нагруженного периметра сваи SFA (НПШ) при  $\varnothing$  300 равна  $A_b = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 11,2=10,6 \text{ м}^2$ .

Для определения несущей способности по гипотезе 2 на рис. 4 приведена схема к расчету.

В формулу (3) подставляя при среднем диаметре  $\varnothing = 600 \text{ мм}$ :  $A=0,28 \text{ м}^2$ ;  $u=1,88 \text{ м}$  определяем несущую способность  $F_d$

$$F_d=\gamma_c(\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot u \sum f_i \cdot h_i)=1(1 \cdot 1500 \cdot 0,28 + 1 \cdot 1,88 \cdot 367)=1109 \text{ кН.}$$

Таким образом, анализируя предыдущие расчеты в качестве расчетной несущей способности принимается минимальное значение  $F_d = F_{d2} = 1106 \text{ кН}$

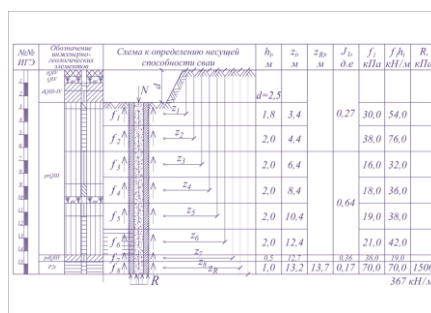


Рисунок 4. Схема к определению несущей способности грунтобетонной сваи по грунту.

#### Выводы:

1. Грунтобетонная свая (ГБС) являясь синтезом Get – сваи и сваи – ЭРТ изготовленной по разрядно-импульсной технологии является новым направлением в геотехническом строительстве. Несущую способность ее по грунту рекомендуется определять как для буровой сваи.
2. За счет электрогидравлической обработки можно существенно повысить прочность грунтоцементного массива.

\*\*\*

1. Сергеев С.В., Рыбалов М.А. Инженерно-геологические условия функционирования комплекса Белгородского государственного университета / Научные ведомости НИУ «БелГУ», Серия Естественные науки. 2010. №3 (74). Выпуск 10.
2. СП 24.13330.2011 актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. М.: Минрегион России, 2011. 85с.
3. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). М.: Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (ГОССТРОЙ). 2013.
4. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буронаблюдения-онных свай с многоступенчатыми уширениями //Жилищное строительство. 2016. 10. С. 54.
5. Соколов Н.С, Соколов А.Н, Соколов С.Н, Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буронаблюдения-онных свай ЭРТ повышенной несущей способности //Жилищное строительство. 2017. №11.С 20-25.
6. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буронаблюдения-онных свай многоступенчатыми уширениями. Жилищное строительство. 2016.№10. С.54.
7. 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. С.1-11.
8. Соколов Н.С.Критерии экономической эффективности использования буровых свай Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37.
9. Sokolov N.S. Pushkarev A.E., Evtukov S.A. Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors. В сборнике: Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations. Proceedings of the International Conference on Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures. Technologies and Calculations, GFAC 2019. 2019. С. 347-350.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

#### Увеличение несущей способности основания

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»  
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-481

#### 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 по технико-экономическим соображениям не

целесообразно. Буриинъекционные сваи-ЭРТ с множественными уширениями в этом случае оказываются максимально востребованы.

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

### Abstract

The construction of foundations with increased bearing capacity values is a crucial task for modern geotechnical construction. It is especially important for construction in confined conditions and erection of highrise buildings. The use of auger placed pressure-injected concrete piles is often but not feasible. In this case, discharge-pulse technology (DPT) bored injection pile with multiple expansions becomes top requested.

**Keywords:** bearing capacity, auger placed pressure-injected concrete pile, foundation frame, DPT piles, multiple extensions, injections

В современном геотехническом строительстве существуют технологии устройства фундаментов повышенной несущей способности. 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.

Возведение подземной части любого сооружения требует особого внимания [1÷4, 5, 6] 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 вынутаго 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, 6].

Для доказательства вышесказанного ниже приводятся выкладки доказывающие преимущества буриинъекционных свай, изготовленных по разрядно-импульсной технологии (сваи-ЭРТ) по сравнению с буронабивными сваями.

Определение несущей способности  $F_d$  производится по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 «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 24.13330.2011;  $A$  – 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 СП 24.13330.2011;  $\gamma_{cR}$  – коэффициент условий работы под нижним концом сваи согласно п. 7.26 СП 24.13330.2011.

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.

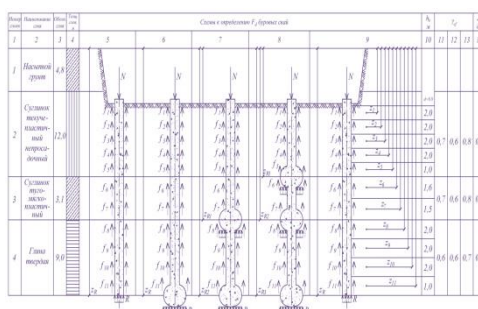


Рисунок 1. Схемы к определению несущей способности  $F_d$  буровых свай

Примечания по столбцам: 5- буроинъекционная свая-ЭРТ без уширений; 6 - буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой; 7 - буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и стволу; 8 - буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи; 9 – буронабивные 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 13330.2011.

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	Буронабивная свая Ø600 $A=0,2826 \text{ м}^2$	1	2330,0	1665,0	Буронабивная 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	Буронабивная свая Ø800 $A=0,50 \text{ м}^2$	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	Буронабивная свая Ø1000 $A=0,785 \text{ м}^2$	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	Буронабивная свая Ø2000	1	19400,0	13860,0		62,8	308,9	220,7
		2	19850,0	14180,0		62,8	316,1	225,8

	$A=6,28 \text{ м}^2$	3	19860,0	14200,0		62,8	316,2	226,1
6	Буроинъекционные сваи-ЭРТ $\varnothing 350$ $A=0,10 \text{ м}^2$	4	1515,0	1080,0	буроинъекционная сваи-ЭРТ без уширений	2,0	757,5	540,0
		5	1680,0	1200,0	буроинъекционная сваи-ЭРТ с уширениями под пятой	2,0	840,0	600,0
		6	1880,0	1340,0	буроинъекционная сваи-ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль ствола	2,0	940,0	670,0
		7	1930,0	1380,0	буроинъекционная сваи-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи	2,0	965,0	690,0

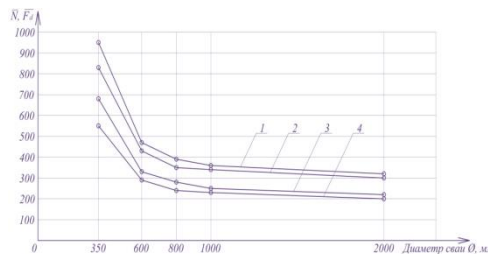


Рисунок 2. Графики зависимости  $f(\varnothing, \bar{N})$  и  $f(\varnothing, \bar{F}_d)$  где  $\bar{F}_d$  – удельная несущая способность  $[\text{кН}/\text{м}^3]$ ,  $\bar{N}$  – удельная расчетная нагрузка; 1 и 2 – графики  $f(\varnothing, \bar{F}_d)$ ; 3 и 4 – графики  $f(\varnothing, \bar{N})$ .  
Примечания: 350-диаметр сваи-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÷4,5 раз значений  $\bar{N}$  и  $\bar{F}_d$  для буронабивных свай. При этом с увеличением диаметра свай функции  $f(\varnothing, \bar{F}_d)$  и  $f(\varnothing, \bar{N})$  выполаживаются, стремясь к асимптоте.

\*\*\*

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // 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. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с. 5 Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
4. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополненное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.
5. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буроинъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности //Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9.С. 66-70.



6. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары //Геотехника. 2016. №1.С. 60-65.
7. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности. Жилищное строительство. 2017.№ 11. С. 20-25.
8. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями. Жилищное строительство. 2016.№10. С.54.
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. Т. 15. Special Issue 1. С.1-11
10. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай. Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37.

Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>

### Электрогидравлическая технология изготовления буровых свай

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-482

#### Аннотация

Проблема повышения несущей способности основания фундаментов находится всегда под пристальным вниманием геотехников, проектировщиков и строителей. В связи с увеличением объемов капитального строительства на площадках с наличием в их основаниях инженерно-геологических элементов со слабыми физико-механическими характеристиками эта проблема приобретает еще большую актуальность. Кроме того при существенных нагрузках, передаваемых на такие основания использование традиционных технологий не всегда оправданно. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. При усилении таких оснований с помощью традиционных свай последние могут получить негативное трение, существенно уменьшающее их несущую способность по грунту, достигающие иногда до нулевых значений. Это может привести к дополнительным осадкам возводимого и возведенных в зоне геотехнического влияния объектов. Использование буроинъекционных свай устраиваемых с использованием нестандартных физических процессов в большинстве случаев успешно решает многие сложные геотехнические проблемы.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, физические процессы, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, промежуточные уширения (подпятники).

#### Abstract

The challenge of increasing the bearing capacity for foundation base attracts close attention of geotechnicians, design engineers and constructors. In view of the increasing volume of permanent construction on sites that feature engineering and geological elements with poor physical and mechanical characteristics in their base, this challenge becomes even more crucial. In addition, the use of conventional technologies may not be feasible if the loads transferred to such foundations are significant. There is often a critical need for non-standard methods of foundations reinforcement. When reinforcing such foundations with standard piles, this can result in negative skin friction, significantly reducing dynamic pile capacity that can reach zero values. This can lead to additional settlement of the facilities being constructed and already existing in the area of geotechnical impact. The use of bored injection piles, arranged using non-typical physical processes, successfully solves many complex geotechnical issues in most cases.

**Keywords:** geotechnical construction, physical process, discharge-pulse technology (DPT), DPT bored injection pile, intermediate pile extensions (base plates)

### Электрогидравлический эффект

Электрогидравлический эффект подробно описан в [1, 2, 3, 4, 5].

При создании внутри объема жидкости импульсного высоковольтного электрического разряда в зоне последнего развиваются сверхвысокие давления, которые можно широко использовать в практических целях,— так, впервые в 1950 г. Л. А. Юткиным был сформулирован предложенный им новый способ трансформации электрической энергии в механическую, названный автором электрогидравлическим эффектом.

Электрогидравлический эффект с первых дней его открытия был и остается постоянным источником рождения множества прогрессивных технологических процессов, которые сейчас уже широко применяются во всем мире, особенно при устройстве буроньекционных свай в свайных полях, усилении оснований фундаментов [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Этим обуславливаются его непреходящее значение и все возрастающий интерес, проявляемый к нему в самых различных отраслях науки, техники и народного хозяйства, особенно в строительстве [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Протекание электрического разряда в жидкости вызывает сложный комплекс явлений: ионизацию и разложение молекул в плазме канала и возле него, световое излучение канала разряда, ударные волны, интенсивное ультразвуковое излучение, пульсацию газового пузыря, кавитационные процессы, импульсные магнитные поля.

### Различают две стадии процесса

Первая стадия продолжается от подачи напряжения на электроды до завершения пробоя. Время пробоя зависит от полярности и напряжения. При пробое имеют место следующие зоны (см. табл. 1).

Таблица 1

#### *Зоны при пробое высоковольтными электрическими разрядами.*

1	<i>Зона искрового разряда (цилиндрической формы диаметром (0,7 – 1,0) мм). Компоненты в этой зоне превращаются в низкотемпературную плазму (с температурой около <math>3 \times 10^4</math> °С), которая является преобразователем электрической энергии в механическую и в энергию электромагнитного излучения</i>
2	<i>Зона разрушения, где компоненты частично разрушаются на дисперсные частицы, а частично сжимаются и приобретают характер твердого тела. Зона имеет форму сфероида, объем которого в (3 – 5) раз больше объема разрядного канала; давление здесь падает в (2 – 3) раза, а плазма охлаждается до 700 °С</i>
3	<i>Зона наклепа, где компоненты находятся в состоянии твердого упругого тела. Объем зоны, имеющей сферическую форму, в (6 – 7) раз больше объема зоны искрового канала; давление в ней составляет (10,0 – 500,0) МПа, температура (300,0 – 500,0) °С</i>
4	<i>Зона наклепа, где компоненты находятся в состоянии жидкого упругого тела. Зона имеет почти правильную сферическую форму и объем, в (20 – 30) раз превышающий объем искрового канала, давление (2,0 – 4,0) МПа, температура (80 – 150) °С</i>
5	<i>Зона сжатия, в которой наблюдаются перемещения больших объемов жидкости. Объем зоны в (100 – 200) раз больше объема искрового канала, давление приближается к атмосферному, а температура к температуре перемешиваемых компонентов.</i>

Разряд протекает за (20,0 – 30,0) мкс и сопровождается яркой вспышкой, имеющей следующий спектр: 91,0 % энергии свечения – ультрафиолетовые лучи, 8,0 % энергии – видимые лучи, 1,0 % – инфракрасные лучи.

Наибольший вклад в развитие смешения вносит вторая стадия процесса электрогидравлического разряда, характеризующаяся появлением ударных волн как главного турбулизирующего фактора.

Независимо от жидкости, в которой происходит разряд, во фронте ударной волны имеется область сильно сжатой среды, перемещающейся в пространстве со сверхзвуковой скоростью. При подходе ударной волны к некоторой точке пространства давление и плотность возрастают резким скачком, затем следует постепенное изменение этих величин, причем через некоторый промежуток времени давление и плотность становятся меньше, чем те же параметры в невозмущенной среде.

Величина давления фронта ударной волны при электрическом разряде в начальный период достигает  $(5...8) \times 10^7$  МПа, продолжительность действия волны – 0,3 с, частота –  $3 \times 10^6$  Гц, скорость распространения превышает скорость звука.

В радиусе до 0,4 м ударная волна сохраняет давление более 2,0 МПа, что соответствует усилию, создаваемому высокоскоростной механической мешалкой при развитом турбулентном процессе в зоне наиболее интенсивного перемешивания.

После прекращения поступления энергии расширение продуктов разряда сопровождается охлаждением и рядом внутренних превращений, в результате которых в жидкости образуется парогазовая полость, внутренняя энергия полости и кинетическая энергия жидкости обуславливают ее радиальные колебания, в процессе которых имеет место изменение давления в  $(10^3 - 10^4)$  раз.

По сравнению с первичной ударной волной продолжительность пульсации полости в (30 – 45) раз больше, а максимальное давление и плотность потока энергии в десять раз меньше. Подобно первичной ударной волне пульсация парогазовой полости способствует перемешиванию компонентов.

Явление электрического разряда сопровождается также мощными кавитационными процессами. При воздействии первых импульсов напряжения область оптической неоднородности вблизи заостренного электрода излучает свечение, которое может отождествляться с ионизацией газа. С каждым следующим импульсом его появление происходит позже за счет выравнивания электрического поля вблизи высоковольтного электрода из-за локального удаления микроострий на аноде и это связано с локальным вскипанием жидкости в этих точках. Образование кавитационных пузырьков происходит уже на начальной стадии формирования электрического разряда, практически с момента его зажигания, и является результатом взаимодействия ударных волн, инициируемых высокоскоростными стримерными образованиями. Газовые образования продуктов распада незавершенных стримерных каналов в воде достаточно устойчивы и имеют тенденцию к увеличению объема путем их объединения.

Анализ изменений макроструктуры при искровом разряде свидетельствует о том, что после разряда появляется множество пузырьков, занимающих до 20,0 % всего объема жидкости в окрестностях пробоя, спустя (3,0 – 4,0) мин они занимают (5,0 – 7,0) % объема. В результате смыкания кавитационных полостей возникает ударная волна, действующая на расстоянии порядка радиуса полости (3,0 – 5,0) мм, при этом давление может достигнуть 30,0 МПа.

### **Источники электрического разряда**

Общей чертой импульсных электродинамических и электроразрядных устройств является использование накопителя электрической энергии, от которого она через коммутатор передается излучателю.

К электроимпульсным аппаратам можно предъявить ряд общих требований: конструкция аппарата должна обеспечивать высокую точность, противостоять импульсным нагрузкам; материал аппарата должен быть химически инертен; с учетом санитарных требований конструкция аппарата должна обеспечивать возможность быстрой и полной его разборки. Конструкция высоковольтного ввода должна обеспечивать возможность быстрого и фиксированного варьирования расстояния между электродами (предпочтительной является система крепления, при которой основная часть ударных нагрузок воспринимается металлическим стержнем электрода). Площадь контакта открытой поверхности электрода с жидкостью должна быть минимальной, изоляция электрода – электрически и механически прочной, система транспортировки продукта – электрически безопасной, система подвески и амортизации должна обеспечивать гашение вибраций в минимальное время, система приборов контроля – обладать достаточной вибростойкостью и быть надежно электрически экранирована. Приведенный перечень естественно не исчерпывает возможные дополнительные требования, возникающие в процессе исследования и разработки электроимпульсной аппаратуры.

Одним из наиболее сложных узлов в электроимпульсной аппаратуре является система, образуемая положительным и отрицательным электродами. Конструкция электродов является определяющей для характера развития искрового канала и с этой точки зрения она – важнейшая для всего технологического аппарата в целом. Конструктивные формы электродов, с учетом электрических характеристик, предопределяются геометрией и технологической направленностью аппарата. В зависимости от взаиморасположения электродов в рабочем объеме их можно разделить на следующие виды: противопоставленные, т.е. ось одного является продолжением оси другого электрода; параллельные; коаксиальные, т.е. один электрод расположен внутри другого концентрического электрода; секционные, т.е. центральный электрод окружен отдельными пластинами-секциями. Эту схему можно рассматривать, как частный случай предыдущего электрода, хотя она и имеет самостоятельное значение.

Наиболее предпочтительной является система электродов острие (+) – плоскость (–), при этом выделение энергии происходит наиболее стабильно. Отрицательный электрод, как правило, заземлен. В качестве отрицательного электрода часто используются различные детали технологического аппарата – крышки, дно, стенки и т.п.

Наиболее быстрому разрушению подвергается изоляция электрода, непосредственно примыкающая к оголенной поверхности токоведущего стержня, поэтому именно этот участок должен обладать максимальным сопротивлением к нагрузкам. В качестве изоляции электродов используют вакуумную резину, стеклопластик, полиэтилен и в ряде электродов – различные комбинации этих материалов.

В конструкции электроимпульсного аппарата должен учитываться важный фактор – кавитация.

В случае ударных волн эффект кавитации наиболее интенсивно развивается у свободной поверхности, т.е. у границы раздела жидкость-газ, волновые сопротивления которых сильно отличны одно от другого.

Сопоставляя импульсный электродинамический и электроразрядный излучатели, можно отметить, что первый создает импульсы на порядок более длительные, чем второй, а значит, его спектр ограничен более низкими частотами. Однако для питания электродинамического излучателя можно использовать более низкие напряжения до 5,0 кВ вместо (30,0 – 100,0) кВ – для электроразрядного. Поскольку во многих случаях рабочую область с электродами требуется отделить от технологического объема, то и простота обеих конструкций примерно равноценна. Основная сложность в разработках и применении этих излучателей связана с использованием источников высокого напряжения (>1000,0 В) и надежностью отдельных узлов (электроды, мембраны, коммутаторы и т.п.).

Альтернативным вариантом импульсному электроразрядному излучателю служат системы с взрывающимися проволочками.

Ударная волна, возникающая в воде при быстром испарении металлических стержней электрическим током, оказывает силовое действие на окружающую среду.

В А.с. N 119074 описано устройство для получения сверхвысоких гидравлических давлений, выполненное в виде цилиндрической камеры, сообщенной одним концом с трубопроводом, подающим жидкость, а другим - с ресивером, отличающееся тем, что с целью создания электрогидравлических степеней сжатия применены искровые промежутки, располагаемые по длине камеры на определенном расстоянии друг от друга.

В А.с. N 129945 описан способ получения высоких и сверхвысоких давлений для создания электрогидравлических ударов, отличающийся тем, что высокие и сверхвысокие давления в жидкости получают путем испарения в ней действием импульсного заряда токопроводящих элементов в виде проволоки, ленты или трубки, замыкающих электроды.

\*\*\*

1. А.А. Миронов, М.Г. Новосельцев, В.П. Базуев. Интенсификация твердения силикатированных грунтов с помощью энергии СВЧ. // Повышение качества материалов дорожного и строительного назначения. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. - С. 146-150.
2. Г.В. Щелкунов. Электроника: Наука, Технология, Бизнес 6/2005.

3. Л.А. Юткин. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Издательство: Л., Машиностроение, 1986, - 253с, ил.
4. Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде (гидродинамическое описание). – М.: Наука, 1971. – 190 с.
5. Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта / Под ред. Г.А. Гулого. – М.: Машиностроение, 1977. – 320 с.
6. Соколов Н.С, Соколов С.Н, Соколов А.Н. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары //Геотехника. 2016. №1.С. 60-65.
7. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буринъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности //Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9.С. 66-70.
8. Соколов НС. Электроимпульсная установка для изготовления буринъекционных свай Жилищное строительство. 2018. №1-2. С. 62-65.
9. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буринъекционных свай ЭРТ. Строительные материалы. 2017. 5. С. 16-19.
10. Никонорова И.В., Соколов Н.С.Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища. Жилищное строительство. 2017. №9. С. 13-19.
11. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буринъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9.С. 66-70

**Соколов Н.С.<sup>1,2</sup>**

**Электроразрядная технология ЭРТ при усилении основания объекта**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

<sup>2</sup>ООО НПФ «ФОРСТ»

(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-483

**Аннотация**

Реконструкция зданий и сооружений в стесненных условиях представляет собой сложную технологическую задачу, связанную с обеспечением безопасной эксплуатацией зданий окружающей застройки в зонах геотехнического влияния и надежной эксплуатации оснований фундаментов с использованием заглубленных железобетонных конструкций, таких как буринъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям. Статья рассматривает случай реконструкции объекта общественного назначения с использованием электроразрядной технологии при усилении тела оснований фундаментов с помощью буринъекционных свай ЭРТ.

**Ключевые слова:** реконструкция, нагрузки, зона влияния, электроразрядная технология, сваи ЭРТ, несущая способность.

**Abstract**

The issue of buildings and structures renovation in confined conditions is a complex technological task associated with ensuring safe operation of buildings of the surrounding development in the area of geotechnical impact as well as reliable operation of foundation bases arranged with buried reinforced concrete structures, such as bored injection piles with the discharge-pulse technology. The article presents a case of a public facility renovation involving discharge-pulse technology in strengthening the body of foundation bases with DPT bored injection piles.

**Keywords:** renovation works, load, area of impact, discharge-pulse technology, DPT piles, bearing capacity.

Реконструируемое здание состоит из пяти блоков: **Блок№1** в осях «1-4+А-Г», размеры в осях 18,63х18,0м, трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и

ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент- железобетонная плита.

**Блок №2** в осях «4-12÷А/1-В/1», размеры в осях 42,855х15,16м, четырехэтажный, с подвалом, цокольным этажом и техническим чердаком Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита. Покрытие чердака и перекрытие четвертого этажа на данный момент полностью демонтированы. **Блок №3** (рис.2) в осях «12-15÷А-К», размеры в осях 18,965х48,46м. трехэтажный, с подвалом, цокольным этажом (частично, в осях «А-Е») и техническим чердаком. Конструктивная система - неполный каркас с железобетонными колоннами и ригелями в осях «А-Е» и стальными колоннами и балками в осях «Е-К» с шарнирными узлами опирания ригелей и балок, и наружные стены из каменной кладки Перекрытия - сборные железобетонные плиты. Фундамент - железобетонная плита в осях «А-Г» и железобетонный ленточный в осях «Г-К». **Блок №4** (рис.2) в осях «13/1-15÷К-Л», размеры в осях 11,32х15,62 м, четырехэтажный, с цокольным этажом и техническим чердаком. Конструктивная система - стеновая с продольными несущими стенами из каменной кладки, со стальными балками перекрытий, узлы опирания балок шарнирные. Перекрытия - над цокольным этажом - цилиндрические своды из керамического полнотелого кирпича по металлическим балкам, над остальными этажами - сборные железобетонные плиты. Фундамент - ленточный из кладки из известняка. **Блок №5** (рис.2) в осях «15-16÷А-К», размеры в осях 9,88х48,46м; одноэтажный, с подвалом в осях А-Г, цокольным этажом в осях А-К, надземным этажом в осях А-Е. Конструктивная система - неполный каркас с каменными колоннами и ригелями с шарнирными узлами опирания ригелей, и наружные стены из каменной кладки. Перекрытие над цокольным этажом - сборные железобетонные плиты, покрытие - из асбестоцементных полых плит с заполнением минеральной ватой по металлическим балкам Фундамент - железобетонный ленточный под стены и отдельстоящий столбчатый под колонны.

При реконструкции здания в соответствии архитектурными объемно-планировочными решениями предполагалось изменение планировочной и конструктивной схемы здания и существенное увеличение нагрузок на фундаменты.

**В геоморфологическом отношении** участок расположен в пределах древнеаллювиальной террасы Клязьмо-Яузского протока. Поверхность территории участка на период проведения изысканий (1947-1990 гг.) характеризовалась абсолютными отметками 149,80-151,35м. По материалам ГБУ «Мосгоргеотрест» на период поведения изысканий **геолого - литологическое строение** участка на глубину пройденных скважин представляется в следующем виде: с поверхности до глубины 1,3-4,5м участок покрыт техногенными грунтами ( $tQ_{IV}$ ), представленными песками, с включением строительного щебня, обломков кирпича, щепы древесины и шлака, слежавшимися, влажными. Под техногенными грунтами залегают **верхнечетвертичные аллювиальные отложения ( $aQ_{III}^{IK-J}$ )** представленные в основном песками, реже суглинками, местами встречены прослой торфа. Пески желтые и желтовато-серые, мелкие, средней плотности, влажные и водонасыщенные Суглинки серые, иловатые, мягкопластичные. Торф встреченный в СКВ. №14-3608 г/с непосредственно под насыпью, сильно разложившийся, водонасыщенный. Мощность аллювиальных отложений составляет 1.5-2.7м. В скважине №2 встречены **моренные суглинки ( $g-Q_{II}^d$ )**. Суглинки коричневые, песчанистые, с тонкими прослоями водонасыщенного песка, с включениями гравия и гальки, мягкопластичные, мощностью 1,0 м.

Местами моренные суглинки размыты и аллювиальные отложения подстилаются **флювиогляциальной толщей окско-днепровского горизонта ( $f-Q_{II}^{o-d}$ )**, представленные супесями и песками: Супеси - темно-коричневые и черные, пылеватые, слюdistые, пластичные, местами текучие; Пески - желтые и коричневые, средней крупности, неоднородные, с гравием и щебнем кремнистых пород, средней плотности, водонасыщенные. Полная мощность флювиогляциальных отложений составляет 5.8-7.0м.,

вскрытая мощность 4.7-5.8м. Под толщей четвертичных отложений на глубине 10.3-10.5м (абс. отм. 140.85-139.98) встречены отложения **верхней юры представленные волжским (J<sub>3v</sub>) и оксфордским (J<sub>3ox</sub>) ярусами**. Отложения **волжского яруса** представлены супесями черными, пылеватыми, слюдястыми с прослоями глауконитового песка, полутвердыми, мощностью 3,2м. Отложения **оксфордского яруса** представлены глинами черными, пылеватыми, слюдястыми с крупными фосфоритами и включениями обломков фауны, мощностью 6,8-10,1 м. **Каменноугольные отложения** развиты на глубине 20.4-20.5м (абс. отм. 129.88-130,85м) и представлены подсветами: - измайловской (C<sub>3izm</sub>), мешеринской (C<sub>3mse</sub>), перхуровской (C<sub>3pr</sub>), неверовской (C<sub>3nvr</sub>), ратмировской (C<sub>3rt</sub>). **Каменноугольная толща** представлена известняками трещиноватыми, мергелями и мергелистыми глинами, доломитами. Вскрытая мощность каменноугольных отложений составляет 10,6-35,0 м. Последовательность залегания, мощность и характер распространения геологических слоев приведены на геолого-литологическом разрезе (рис 1).

**Гидрогеологические условия** территории характеризуются распространением надъяурского водоносного горизонта. По состоянию на момент приведенных инженерно-геологических изысканий в 1947-1990 гг. **подземные воды надъяурского водоносного горизонта** вскрыты на глубине 1,3-5,4 м, абс. отм. 144,88-148,50 м. Водовмещающими породами являются аллювиальные и флювиогляциальные песчаные отложения. Водупором служат верхние глины. Вскрытые на глубине 10,3-10,5 м (абс. отм. 139,98-140,85). Подземные воды в каменноугольных отложениях дренированы постоянно действующими откачками Метрополитена. **На территории реконструкции объекта выявлены инженерно-геологические процессы и явления:** **1. Карстово-суффозионная опасность участка:** В соответствии с «Картой опасности древних карстовых форм и совместно-суффозионных процессов» масштаба 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», ИГЭ РАН, Москва. 2012 г., 2-я редакция), участок расположен на потенциально опасной территории в отношении возможности проявления современных карстово-суффозионных процессов. **2. Подтопление территории и оползневые процессы:** В соответствии с «Картой оползневых явлений и подтопления подземными водами г.Москвы» Масштаб 1:10000, лист G-5 (ГУП «Мосгоргеотрест», НПП «Георесурс», 2011г. 2-я редакция) участок расположен на границе подтопленной территории с глубиной залегания грунтовых вод 1-3 м и периодически подтопленной территории, с глубиной залегания грунтовых вод 3-5 м. Оползневые процессы и их проявления не отмечены. **3. Морозное пучение и глубина сезонного промерзания.** В соответствии с п. 5.5.3. СП 22.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты и учетом СП 131.13330.2017 «Строительная климатология» нормативная нагрузка сезонного промерзания грунтов  $d_{fn}$  на открытых площадках составляет: - для песков пылеватых и мелких:  $d_{fn}=1,3$  м; - для песков средних, крупных и гравелистых:  $d_{fn}=1,4$  м; - для крупнообломочных песков:  $d_{fn}=1,6$  м. Физико-механические характеристики грунтов приведены ниже в табл. 1.

Согласно проекта реконструкции была полностью изменена конструктивная схема объекта. Если до реконструкции здание было построено в каркасе, то после реконструкции все внешние нагрузки воспринимались свайно-плитным фундаментом (см. рис. 2, 3, 4). При этом в опорных частях под колоннами запроектированы и устроены дополнительные ступени (рис. 3, 4) во избежание продавливания бетона фундамента. Кроме того запроектированы и устроены противокарстовые буроинъекционные сваи.

Анализируя опыт устройства буровых свай на рассматриваемом объекте использованы буроинъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям – сваи ЭРТ. Эти сваи обладают максимальными значениями несущей способности на 1 куб/метр сваи и наиболее востребованы для работы в стесненных условиях [1-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

На рис. 2,3,4 приведены план свай ЭРТ и характерные сечения. В зависимости от нагрузок и инженерно-геологических разрезов в плане использованы сваи ЭРТ разной длины – от 13,0 м до 17,0 м. Армирование их приведено на рис. 5.

Вся технологическая цепь производства свай ЭРТ на конкретном объекте ниже расписана в виде технологического регламента – алгоритма устройства буринъекционных свай ЭРТ [11, 12].

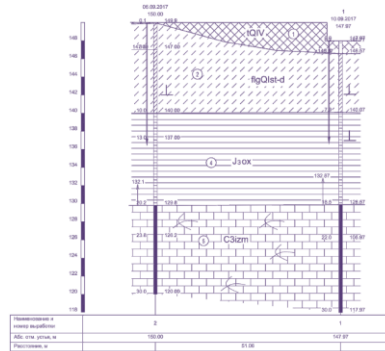


Рисунок 1. Характерный инженерно-геологический разрез 1 – песчано суглинистые грунты со щебнем кирпича, бетона; 2 – супесь пылеватая, пылеватая, с прослоями песка водонасыщенного; 3 – песок средней крупности, средней плотности, маловлажный; 4 – глины тяжелые, слюдистые, твердые; 5 – известняк средней прочности, сильнотрещиноватый, водоносный.

Таблица 1

Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов.

Номер ИГЭ	Краткая характеристика грунтов	Нормативные характеристики									Расчетные характеристики			Расчетные характеристики			
		Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотность частиц, г/см <sup>3</sup>	Влажность, д.е.	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, I <sub>L</sub>	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, МПа	Модуль деформации, МПа	R <sub>сж</sub> , МПа	При доверительной вероятности 0,85			При доверительной вероятности 0,95			
											Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, МПа	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление, МПа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Техногенный грунт	Расчетное сопротивление R <sub>0</sub> =150 кПа															
2	Супеси пылеватые, пластичные	2,02	2,69	0,22 1	0,63	0,52	16	0,019	17			2,01	15	0,018	2,00	15	0,018
3	Пески средней крупности, водонасыщенные, средней плотности	2,00	2,65	0,14 7	0,65	-	19	0,001	28			1,98	33	0,001	1,96	32	0,00
4	Глины твердые	1,79	2,74	0,38 1	1,10	0,07 4	17	0,069	19			1,78	16	0,067	1,78	16	0,065
5	Известняк средней прочности, прослоями прочный	2,34	-	0,07 0	-	-	-	-	-	34		2,29	-	-	2,28	-	-



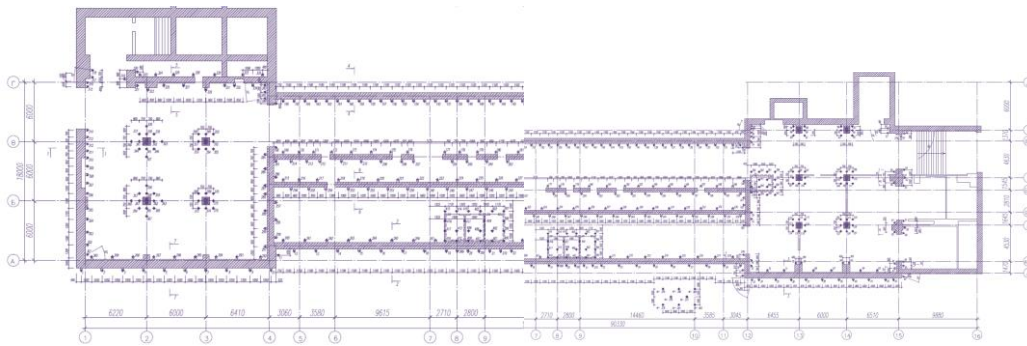


Рисунок 2. Схема расположения свай усиления в осях (1-16)/(А-Г)

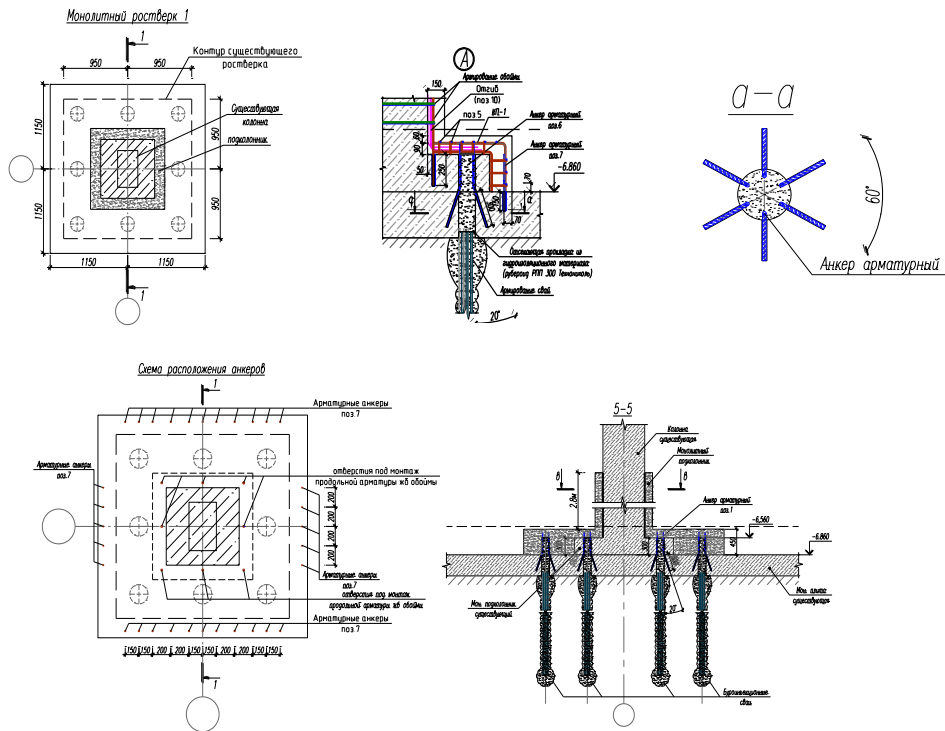


Рисунок 3. Схема усиления монолитного ростверка 1.

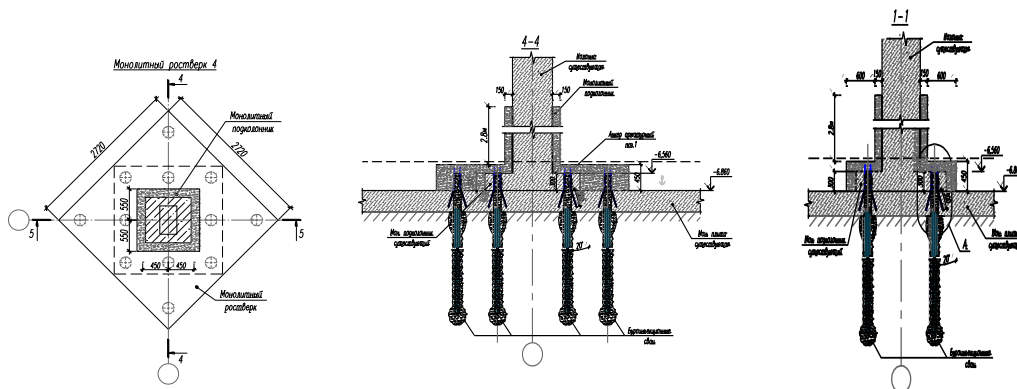


Рисунок 4. Схема усиления монолитного ростверка 4

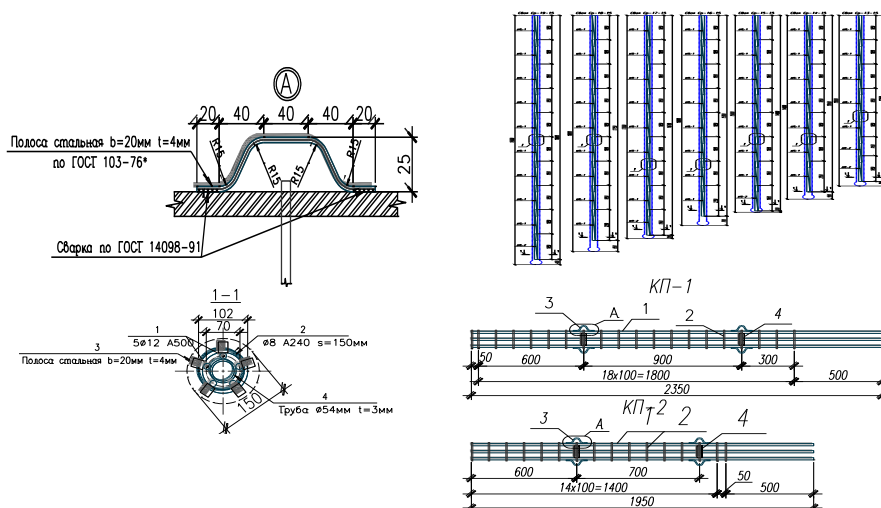


Рисунок 5. Армирование буроналивных свай. 1 – продольная арматура; 2 – поперечная арматура; 3 – фиксатор; 4 – элемент жесткости каркаса.

**Выводы:** Технология устройства буроналивных свай по электроразрядным технологиям является универсальной. Она широко используется как в новом строительстве, так и в капитальном ремонте, а также реконструкции объектов. Технологически все этапы производства свай ЭРТ достаточно серьезно разработаны. Весь комплекс работ объединен в единый технологический регламент, что позволяет на каждом цикле обеспечить высокое качество готовой сваи ЭРТ.

\*\*\*

- Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов С. 17–20.
- Родионов В.Н., Сизов И.А, Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986. 301с.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекострукция, 2010. 551 с.
- Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
- Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561с.
- Hassiotis, S, Chamcau, J.L.,Gunaratne, M. 1997. Design method for stabilisation of slopes with piles. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 123 (4). 314-323.
- Lee, J.H., Salgado, R. 1999. Determination of pile base resistance in sands. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 125 (8). 673-683.
- Mandolini, A., Russo, G., Veggiani, C. 2005. Pile foundations: experimental investigations, analysis and design. Ground Engineering 38 (9): 34-38.
- 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.
- 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.
- Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им К.В. Иванова //Жилищное строительство. №4.2023. Стр. 70-75.
- Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буроналивных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности //Промышленное и гражданское строительство. 2017. №9.С. 66-70.
- Соколов Н.С. Викторова С.С. Смирнова Г.М. Федосеева И.П. Буроналивная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция. Строительные материалы. 2017. №9, С. 47-49
- Соколов Н.С., Викторова С.С., Федорова Т.Г. Сваи повышенной несущей способности. В сборнике: Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции. Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции. Редакционная коллегия: 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. 411-415.

15. Соколов Н.С., Викторова С.С. Исследование и разработка устройства для изготовления буринъекционных свай ЭРТ. Строительство: новые технологии - новое оборудование. 2017. 12. С. 37-42.
16. Sokolov N. Ezhov S. Ezhova S. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem Journal of Applied Engineering Science. 2017. Т. 15. №4. p. 518-523.

**Тарасенко М.С.**

**История и архитектура мостов Франции эпохи Возрождения**

*Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-484*

**Аннотация**

В статье рассмотрен путь развития мостостроения во Франции в эпоху Возрождения (начало XVI в. – середина XVIII в.), изложены основные идеи, которым следовали инженеры-мостостроители того времени. Проанализированы схемы и основные конструктивные особенности нескольких мостов, построенных в этот период.

**Ключевые слова:** Арочный мост, эпоха Возрождения, мосты Франции, каменные мосты, архитектура мостов, мостостроение.

**Abstract**

The article examines the path of bridge construction development in France during the Renaissance (the beginning of the XVI century – the middle of the XVIII century), outlines the main ideas followed by bridge engineers of that time. The schemes and the main design features of several bridges built during this period are analyzed.

**Keywords:** Arch bridge, Renaissance, bridges of France, stone bridges, bridge architecture, bridge construction.

**Введение**

В период с 1500 года по 1750 год н.э. Франции удалось превзойти другие страны в развитии мостостроения, строительство мостов велось очень активно. Основным строительным материалом в то время оставался камень (за редким исключением применялся кирпич), и мосты продолжали строить как в Средние века – арочными с полукруглыми арками. Проблема состояла в большой ширине опор – вплоть до XVII века ширина опор составляла, как правило, одну четверть от отверстия моста, или одну пятую от расстояния между центрами опор. Такая система могла обеспечить большой судоходный габарит только при большом подъёме или слишком крутом уклоне проезжей части. Тенденция состояла в уменьшении толщины опор за счет использования эллиптических, пологих, сегментных арочных форм. Мосты с эллиптическими арками начали строить ближе к концу XVII века.

**Пон Нёф, Тулуза (Pont Neuf, Toulouse)**

Пон Нёф (с французского – "Новый мост") – кирпичный арочный мост в Тулузе через реку Гаронна (рис. 1), имеющий 7 пролетов длиной от 13,7 м до 34,4 м, шириной 19,5 м [1]. Общая длина моста составляет 220 м. Разработка проекта моста началась в 1542 году, но только почти через столетие, в 1632 году, мост был введен в эксплуатацию. Сооружение, начатое тулузскими мастерами, было завершено парижским архитектором Жаком Лемерсье. Ж. Лемерсье отошел от средневекового обычая устройства на мостах домов и магазинов и сосредоточился на декоративной составляющей, объединив римские и итальянские мотивы в Пон Нёф.

Мост не только необычайно красив, но и устойчив: Пон нёф стал единственным мостом Тулузы, который выдержал ужасное наводнение в 1875 году. Способствовали этому отверстия в опорах, предназначенные для пропуска избыточного расхода воды. Этот мост считается шедевром эпохи Возрождения и начала XVII века.

Мост не симметричен по двум причинам: левый берег на несколько метров ниже правого, а самый длинный пролет – третья от правого берега, а не центральный (четвертый). Форма арок больше напоминает эллиптическую, чем полукруглую, а применение кирпича делает этот мост более уникальным и инновационным по сравнению со Средневековыми мостами.



Рисунок 1. Мост Пон Нёф, Тулуза.

Каменный мост вблизи города Турнон-сюр-Рон, построенный в 1545 году [1] через реку Дукс. Представляет собой арочный мост с пролетом длиной

49,2 м и высотой опор 17,73 м. Данный мост ничем не отличается от тех, что строили в Средние века: арка полукруглая, каменная, в середине пролета имеется отчетливое заострение (рис. 1), присущее многим древним арочным мостам, обусловленное простотой возведения.



Рисунок 2. Мост Пон Гран, Турнон-сюр-Рон.

### **Пон Нёф, Париж (Pont Neuf, Paris)**

Мост в Париже через Сену, как и в Тулузе, называется Пон Нёф и является самым важным мостом, построенным в период Ренессанса во Франции (рис. 3). Он пересекает оконечность острова Сите, которая делит мост на 2 части, одна из которых включает 7 пролетов длиной от 14 до 18,9 м, а вторая – пять пролетов длиной от 9,45 до 14,6 м [1]. Его общая длина составляет 232 м с учетом островной части.



Рисунок 3. Мост Пон Нёф, Париж.

Мост был спроектирован архитектором Андруэ дю Серсо. Строительство моста началось в 1578 году с заложения первого камня Генрихом III [2], а завершилось в 1606 году. Это был первый мост в Париже, построенный полностью из камня, а также первый мост, на котором были проложены тротуары для пешеходов и смотровые площадки. Мост известен своими многочисленными декоративными деталями: украшениями, скульптурами, резьбой на столбах и арках, каменными гротескными масками - "маскаронами", а также конной статуей Генриха IV, установленной на островной части моста.

Пролетное строение поддерживается полукруглыми каменными колоннами той же ширины, что и опоры. Мост имеет сплошную балюстраду с двумя фонарными столбами с каждой стороны над опорами. Ширина моста составляет 22 метра.

Изначально арки имели практически полукруглую форму, но в ходе реконструкции 1853 года под ними были размещены эллиптические арки. Как и мост в Тулузе, этот мост не

предполагал наличие на проезжей части жилых домов, и был первым мостом такого рода в Париже. Решение об отсутствии жилых построек на мосту принадлежит самому Генриху IV.

### **Пон Лесдигьер, Пон-де-Кле (Pont Lesdiguières, Le Pont-de-Claix)**

Пон Лесдигьер – однопролетный мост через реку Драк близ Гренобля. Хотя и построен этот мост был в 1611 году, его легко можно принять за средневековый: каменный, с высокой полукруглой аркой с большим подъемом и крутым уклоном, с выразительным пиком в середине пролета (рис. 4), как у Пон Гран в Турноне.



Рисунок 4. Мост Пон Лесдигьер, Пон-де-Кле.

Ширина моста составляет всего 6,1 м, пролет – 45,65 м, подъем арки – 15,7 м [3]. Из-за своего крутого уклона и малой ширины использование его для перевозок было затруднительно, поэтому рядом с ним в 1874 году построили новый бетонный мост – мост Клэ с сегментной аркой с пролетом 51,8 м. В настоящее время Пон Лесдигьер является пешеходным мостом.

В начале XVIII века во Франции стало очевидно, что старые мосты находятся в опасном состоянии, и многие из них требуют ремонта или замены. Поэтому в 1715 году правительство создает департамент Мостов и Дорог с архитектором Жаком Габриэлем в качестве главного инженера. Это стало началом современного возрождения мостостроения в Европе, развитие шло быстрыми темпами. Стали использоваться эллиптические арки больших пролетов, чем раньше, толщина опор стала составлять уже одну пятую от отверстия моста в свету.

### **Мост Жака-Габриэля, Блуа (pont Jacques-Gabriel, Blois)**

Мост Жака-Габриэля пересекает реку Луара одиннадцатью эллиптическими арками шириной от 16,5 до 20,7 м. Мост был построен в 1723 году [1]. С момента своего строительства сооружение носит имя спроектировавшего его архитектора. Полная длина каменного моста – 283 м, ширина – 15 м. Середину моста увенчивает обелиск высотой 14,6 м (рис. 5).

Интересной особенностью является наличие ледорезов на опорах как с верховой, так и с низовой стороны. Такое решение может быть обусловлено как архитектурными соображениями, так и конструктивными – при ледоходе возможен навал льда и с низовой стороны. На Прачечном мосту в Санкт-Петербурге ледорезы также установлены с двух сторон.

Мост Жака-Габриэля – венец мостостроения Франции эпохи Возрождения. Те цели, что ставили перед собой инженеры начала XVI века, были достигнуты и осуществлены в этом мосту: успешное применение эллиптической формы арок позволило увеличить пролеты и уменьшить толщину опор.



Рисунок 5. Мост Жака-Габриэля, Блуа.

### Вывод

Французским инженерам эпохи Возрождения удалось преуспеть в мостостроении и возвести огромное количество мостов по всей стране. Переход от простых полукруглых арок происходил постепенно, но к началу XVIII века архитекторам и инженерам удалось применить эллиптические арки на мосту Жака-Габриэля, уменьшить толщину опор и увеличить длину пролетов. Заслугой того времени также можно считать освобождение проезжих частей мостов от магазинов и жилых домов. Создание департамента Мостов и Дорог в дальнейшем определит Францию как одну из ведущих стран по строительству каменных мостов.

\*\*\*

1. 1. History of bridge engineering, Tyrrell, H. G. (Henry Grattan): [сайт]. – URL: <https://archive.org/details/historyofbridgee00tyrtrich/page/59/mode/1up> – Текст : электронный (дата обращения : 28.10.2023).
2. 2. Mémoires de la Société de l'histoire de Paris et de l'Ile-de-France: [сайт]. – URL: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6322850r/f53.image.langEN> – Текст : электронный (дата обращения : 28.10.2023).
3. 3. Lesdiguières Bridge : [сайт]. – URL: <https://structurae.net/en/structures/lesdiguieres-bridge> - Текст : электронный (дата обращения : 28.10.2023).

**Филатова А.В., Константинова А.В.**

### Цели и особенности проведения маркшейдерских работ

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-485

### Аннотация

Маркшейдерскими работами называют обследования, которые обязательно проводят на горном производстве любого вида. Задачей таких работ является производство пространственных измерений под землей и, если это требуется, на её поверхности. На базе этих измерений изготавливают схемы, планы и карты, которые помогают вести горную выработку и иные работы на объекте дальше. Маркшейдерские изыскания нужны для решения всевозможных задач, которые неизменно появляются на объектах горнодобывающей отрасли.

**Ключевые слова:** Маркшейдерские работы, обследование измерений над и под землёй.

### Abstract

Surveying works are called surveys that are necessarily carried out in mining production of any kind. The task of such works is to produce spatial measurements underground and, if necessary, on its surface. On the basis of these measurements, diagrams, plans and maps are made, which help to conduct mining and other work on the object further. Surveying surveys are needed to solve all kinds of problems that invariably appear at mining facilities.

**Keywords:** Surveying work, survey of measurements above and below ground.

Цель проведения:

Целью выполнения маркшейдерских исследований является сопровождение горнодобывающих работ и строительства. Также они проводятся, если необходимо реконструировать или законсервировать горные объекты под землёй или на земле.

Маркшейдерские исследования помогают определить горно-геологические параметры, которые могут повлиять на строительство и использование объекта.

Наиболее значительная часть маркшейдерских работ проводится в карьерах, то есть открытых площадках добычи. Чаще всего они необходимы для разработки карьеров и проведения буровзрывных мероприятий.

Помимо этого маркшейдерские изыскания производят, когда строят такие объекты:

1. шахты;

2. подземные тоннели;
3. метро;
4. прокладка под землёй инженерных сетей и др.

Также маркшейдерское сопровождение требуется, если производится разработка водного дна или водных объектов, когда задействована спецтехника, например, земснаряды или драги. Постоянно возникают новые объекты для таких изысканий, область использования маркшейдерских исследований растёт.

Виды работ:

Изыскания этого типа специфичны и разнообразны. У каждого их вида есть свои особенности и особая технология выполнения, причем они могут очень сильно различаться и всегда зависят от исследуемого объекта, его свойств и вида.

Наиболее востребованы следующие виды маркшейдерских работ:

- снятие замеров в сооружениях ниже уровня земли и горных разработках;
- наблюдение за тем, как сдвигается поверхность и породы из-за воздействия на них горного производства;
- формирование опорных и съёмочных сетей;
- вынос данных о сооружениях из проекта в натуру;
- нахождение координат для геологоразведки и выработки;
- определение участков, на которых проведение разработки опасно, а также создание рекомендаций о том, как защитить близлежащие объекты;
- выяснение, в каком состоянии находятся полезные ископаемые, насколько засорены породы, каковы технические потери при добыче;
- учет объемов разработки и обоснование её ведения;
- наблюдение за границами и состоянием горных отводов;
- создание планов и схем;
- маркшейдерский аудит.

Маркшейдерские работы на выработках

Это самая часто встречающаяся разновидность изысканий. Она помогает дать оценку того, в каком состоянии находится горная выработка. Также при проведении съёмки уточняют расположение объекта относительно соседних.

Существуют пять видов съёмки:

1. 1.Горизонтально соединительная. С поверхности земли передаются в выработку ориентирное направление и значения координат  $X$  и  $Y$ . При передаче получается геометрическая связь.
2. 2.Вертикально соединительная. Передаются высотные отметки, то есть координаты по оси  $Z$ . Так устанавливается связь между съёмками, проводимыми под  $z$  и на поверхности.
3. 3.Горизонтальная. Производится как теодолитная съёмка. На её основе строят маркшейдерский план выработки.
4. 4.Вертикальная. Позволяет построить профиль выработок и разрезов. Это тригонометрическое и геометрическое нивелирование.
5. 5.Горизонтально-вертикальная. Соединяет вертикальную с горизонтальной, используется, когда проводятся очистные забои, второстепенные выработки.

Маркшейдерские исследования проводятся в строго отлаженной последовательности. Задача маркшейдерского процесса – получить наиболее достоверные и соответствующие текущему моменту сведения. Очень важно, чтобы погрешности были минимальными, а качество проводимых замеров – высоким. Результат изысканий должен соответствовать требованиям точности.

Если съёмка проведена правильно, по её результатам можно посчитать, какой объем работ был выполнен за определенное время, какое количество сырья было добыто. Также маркшейдерская съёмка помогает сделать горнодобывающий процесс более быстрым и менее дорогим.

### Условия проведения работ

Испытаниями занимается инженер-маркшейдер. Это специалист, чьи знания и навыки должны быть подтверждены сертификатом. Организация, которая оказывает такие услуги, должно иметь лицензию на этот вид работ. Подтверждающий документ выдает Ростехнадзор.

Лицензия говорит о том, что организация соблюдает технические требования к этой деятельности, а также нормы законодательства. Существуют определенные требования точности, в строгом соответствии с которыми должны производиться измерения в шахтах или карьерах. Проводить изыскания имеет право работник, имеющий профильное образование, а также лицензию, которая гарантирует уровень его квалификации.

Все виды маркшейдерских исследований – лицензируемые. Порядок их выполнения прописывается в специализированных инструкциях, а основным регламент – это Постановление Правительства РФ от 28.03.2012 «О лицензировании производства маркшейдерских работ».

Поскольку объем маркшейдерских работ очень велик, то их выполнением занимается множество организаций. Работа маркшейдеров необходима и при разработке большого карьера, и при строительстве траншеи.

### Особенности выполнения изысканий

Объект изысканий – это, как правило, открытая разработка, то есть объект с очень большой глубиной и, соответственно, с большими рисками. Работы на таком объекте требуют повышенной ответственности. Это связано не только с глубиной, но также и с тем, что рельеф объекта изменяется. И именно маркшейдерские работы призваны зафиксировать это изменение и отразить его в документах.

Для проведения изысканий необходимо специальное оборудование. Оно помогает провести измерения и расчеты для определения объемов разработки и прочих важных параметров.

Маркшейдерские изыскания производятся для самых разных объектов – от метро и горных шахт до систем канализации. В некоторых случаях эти объекты планируются в труднодоступных местах со сложным рельефом. Маркшейдерские работы показывают, можно ли построить в этой местности такие объекты.

Маркшейдерские изыскания помогают высчитать стоимость строительства или проведения иных работ на указанном участке. Благодаря им можно понять, является ли такое строительство целесообразным.

Маркшейдерские испытания производятся в несколько этапов:

- создание проекта;
- рекогносцировка местности;
- проведение полевых работ, включающих наблюдение, съемку, создание обоснования и т. д.;
- камеральный этап – обработка полученных данных;
- составление документов, отражающих проведение и результат исследований.

По итогам испытаний составляется техотчет, в который включается:

- описание целей съемки;
- подробное описание измерений;
- расчеты;
- графическое приложение со схемами, планами, разрезами.

Важно: заказывать маркшейдерские изыскания и вообще маркшейдерское обслуживание объекта стоит в одной организации. Это обеспечивает преемственность и точность, ведь один и то же инженер, который работает на объекте, лучше знает все особенности и изменения на участке.

\*\*\*

1. Горная геомеханика и маркшейдерское дело. Сборник научных трудов. - Москва: ИЛ, 2017. - 496 с.
2. Золотова, Е. В. Градостроительный кадастр с основами геодезии / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. - М.: Архитектура-С, 2008. - 176 с.



3. Инструкция по маркшейдерскому учету объемов горных работ при добыче полезных ископаемых открытым способом РД 07-604-03. - М.: НТЦ ИП Промышленной безопасности, 2013. - 126 с.
4. Курошев, Г. Д. Геодезия и топография / Г.Д. Курошев, Л.Е. Смирнов. - М.: Академия, 2008. - 176 с.
5. Чекалин, С. И. Геодезия в маркшейдерском деле / С.И. Чекалин. - М.: Академический Проект, Парадигма, 2012. - 544 с.
6. Чекалин, Сергей Иванович Геодезия в маркшейдерском деле. Учебное пособие для вузов. Гриф УМО вузов России / Чекалин Сергей Иванович. - М.: Академический Проект, Парадигма, 2012. - 512 с.

**Фурса Е.Д., Гулякин Д.В.**

## **Современные программные комплексы используемые в архитектурной и строительной деятельности**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-486*

### **Аннотация**

Архитектурное строительство - это одна из самых важных и сложных отраслей современной индустрии. Проектирование и строительство зданий требуют не только креативного подхода, но и точности, эффективности и соблюдения множества норм и стандартов. В таких условиях компьютерные программы становятся незаменимыми помощниками для архитекторов и инженеров. В данной статье мы рассмотрим основные компьютерные программы, связанные с архитектурным строительством, и выявим преимущества каждой из них.

**Ключевые слова:** Архитектурное строительство, программное обеспечение, проектирование, дизайн, моделирование.

### **Abstract**

Architectural construction is one of the most important and complex branches of modern industry. Designing and constructing buildings requires not only creativity, but also precision, efficiency and compliance with a variety of regulations and standards. In such conditions, computer programs become indispensable assistants for architects and engineers.

In this article we will look at the main computer programs related to architectural construction and identify the advantages of each of them.

**Keywords:** Architectural construction, software, planning, design, modeling.

На современном этапе развития информационного общества информационные технологии приобрели стратегическое значение во всех отраслях человеческой деятельности, в том числе и в архитектуре, строительстве. В нашем исследовании рассмотрим и проанализируем преимущества и недостатки современных систем автоматизированного проектирования.

### *AutoCAD*

AutoCAD – это специализированная программа, предназначенная для создания и автоматизации черчения. Первоначальная версия программы вышла в 1982 году. Она используется в различных отраслях промышленности: архитектуре, машиностроении и др.

Программные обновляются каждый год, происходят изменения в области 3D-моделирования, разрабатывается облачный сервис для удаленного просмотра 3D-чертежей. Также возможна работа с одним файлом для нескольких пользователей, что позволяет быстро работать. Стоит отметить постоянное развитие программы и внедрение новых инструментов, которые значительно упрощают задачу. Программа обладает большим функционалом, включает в себя несколько языков, что делает ее популярной во многих странах мира. Если раньше функциональность программы ограничивалась только чтением элементарных чисел, то теперь программа может разрабатывать более сложные документы, с которыми можно работать.

Рассматривая функциональные возможности данной программы, выделим следующие преимущества:

- поддерживаются 32-разрядные и 64-разрядные системы;
- большой функционал возможностей;
- программа предоставляет отдельные линейки продуктов для машиностроения, строительства и архитектуры;
- все дочерние программы используют одну функциональную базу, поэтому пользователю не составит труда маневрировать между ними.

Вместе с тем есть определенные сложности:

- сложность в привязки информационных данных к объектам, что вызывает неудобства в работе;
- из-за того, что программа давно на рынке, многие ее элементы уже не актуальны;
- отсутствие трехмерной параметризации. Именно этот минус программы не дает ей возможность конкурировать с другими программами в данной области.

### *Cedreo*

Лучше всего подходит для: архитекторов, дизайнеров, строителей, ремонтников.

Программное обеспечение Cedreo для 3D-дизайна дома позволяет архитекторам, дизайнерам интерьеров, строителям и другим специалистам в области дизайна создать полный дизайн дома с нуля менее чем за два часа. Практически любой человек может создавать проекты профессионального уровня - независимо от того, пользовался ли он архитектурным программным обеспечением в прошлом или нет.

Пользователи могут создавать, изменять и генерировать фотореалистичные изображения всего за несколько кликов. Профессиональные архитекторы, возможно, уже обладают дизайнерскими навыками для создания поэтажных планов и чертежей вручную или с помощью более сложных программ. Однако Cedreo позволяет им загружать, повторно использовать и экспериментировать со своими дизайнами, чтобы получать больше предложений, рекламировать свой бизнес и радовать клиентов.

Легко изменять дизайн в режиме реального времени - скажем, во время встречи с клиентом. Вы можете предоставить обратную связь, настроить дизайн и быстро договориться о том, куда двигаться дальше.

Ключевые функции:

- создание 2D- и 3D-планов этажей;
- создавать фотореалистичные изображения;
- настраиваемое освещение, ориентация солнечного света и ракурсы съемки;
- возможность сохранять и повторно использовать проекты в качестве шаблонов;
- инструменты для совместной работы, позволяющие легко делиться проектами с вашей командой, клиентами или социальными аккаунтами.

*Преимущества программного комплекса:*

- Удобный интерфейс. В программе легко ориентироваться, а инструменты перетаскивания упрощают быстрое создание подробных дизайнов.
- Обширная библиотека объектов и текстур.
- Возможности рендеринга в режиме реального времени, которая позволят видеть изображения в 3D и вносить изменения "на лету".
- Облачная платформа. Это означает, что мы можем получить доступ к нашим проектам из любого места, что особенно полезно при удаленном сотрудничестве с клиентами и другими членами команды.

*Недостатки программного комплекса.* Программное обеспечение не является самым дешевым на рынке, и структура ценообразования иногда может сбивать с толку. Кроме того,

хотя программа универсальна и может использоваться для широкого спектра проектов, она может оказаться не лучшим вариантом для крупных коммерческих проектов или очень сложных дизайнов.

#### *Planner 5D*

Лучше всего подходит для: дизайна интерьера, недвижимости, проектов DIY. Planner5D - это удобная в использовании 2D- и 3D-платформа для проектирования дома, созданная для профессиональных дизайнеров. Пользователи могут загружать существующие 2D-планы этажей, и приложение автоматически преобразует их в 3D-рендеринг, который вы можете настроить с помощью интуитивно понятного редактора перетаскивания и каталога в приложении.

Для “любительского” приложения Planner 5D включает в себя несколько довольно сложных функций. Платформа может автоматически преобразовывать 2D-чертежи в 3D-проекты, которые вы можете настроить с помощью отделки, текстур и материалов. “Моментальные снимки” позволяют вам сделать снимок с помощью телефона и приступить к проектированию – идеально подходит для демонстрации клиентам целого ряда возможностей во время первого визита.

Кроме того, Planner 5D включает в себя инструменты презентации в смешанной реальности и HD-визуализации, которые воплощают проекты в жизнь.

Несмотря на то, что доступен профессиональный план, программное обеспечение, по видимому, лучше подходит для дизайнеров интерьеров и специалистов по недвижимости. Да, вы можете проектировать реконструкцию и новостройки, но это

#### *Ключевые функции:*

- бесплатный 2D-рендеринг, 3D-рендеринг доступен по тарифным планам премиум-класса;
- распознавание плана этажа;
- HD-визуализации, инструменты презентации VR/AR;
- встроенные шаблоны комнат;
- каталог с более чем 5000 настраиваемыми товарами.

*Преимущества данной программы:* простая в использовании, богатая коллекция предметов, работает на нескольких платформах, универсальное принятие решений, поддерживает несколько языков.

*Недостатки:* бесплатная версия имеет множество ограничений, Веб-версия загружает систему и заставляет ваш компьютер «тормозить», слишком много всплывающих окон в мобильной версии.

#### *3ds Max*

3ds Max - это программное обеспечение для создания реалистичных 3D визуализаций зданий. Оно предоставляет огромное кол-во инструментов для моделирования, текстурирования и освещения, что позволяет архитекторам создавать фотореалистичные изображения и анимации своих проектов. 3ds Max также поддерживает импорт и экспорт данных из других программ, что облегчает совместную работу и обмен информацией.

Программа доступна по подписке от одного месяца до трёх лет для коммерческих целей. Для студентов и преподавателей подписка на один год бесплатная, но с такой лицензией программу можно использовать только для обучения.

*Плюсы:* лучшее в индустрии полигональное моделирование, фотореалистичная подача, обилие библиотек моделей и дополнений для интерьеров и архитектуры, удобная анимация технических процессов, хорошая симуляция физики.

*Недостатки:* сложность, поскольку программа профессиональная, она требует навыков и знаний. Высокие требования к персональному компьютеру. Высокая цена.

Это только несколько примеров программного обеспечения, которые используются в архитектурном строительстве. Каждая из них имеет свои особенности и преимущества,

поэтому выбор программы зависит от конкретных потребностей проектировщика и специфики проекта.

В заключение можно сказать, что компьютерные программы являются неотъемлемой частью современной архитектуры и строительства. Они значительно упрощают процесс проектирования, моделирования и анализа зданий. Благодаря этому специалисты могут более эффективно работать над своими проектами и достигать высоких результатов.

\*\*\*

1. <https://amssoft.ru/repair/luchshie-programmy-dlya-proektirovaniya-domov.php>
2. <https://360-info.ru/luchshie-programmy-dlya-dizajnerov-i-arxitektorov-2020-goda-cifrovoe-proektirovanie-i-modelirovanie/>

**Чернов С.В.**

### **Особенности организации строительного контроля подрядных организаций**

*Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-487

#### **Аннотация**

Организация строительного контроля является сложным и ответственным процессом, требующим систематичности, компетентности и внимания к деталям. От правильной организации и проведения строительного контроля зависит не только качество построенного объекта, но и его безопасность, сроки реализации и экономическая эффективность. Правильный подход к организации строительного контроля помогает избежать проблем в будущем, связанных с некачественным строительством или нарушением требований законодательства.

В статье приведен краткий обзор основных аспектов организации строительного контроля, его роль и значение в процессе строительства, рассмотрены основные формы строительного контроля, приведен краткий обзор требований, предъявляемых к уровню квалификации специалистов, осуществляющих строительный контроль, определены их основные функции и задачи. Особое внимание в статье уделено роли строительного контроля в структуре организации, как форме обеспечения высокого уровня качества работ.

**Ключевые слова:** Контроль качества, строительство, строительный контроль, служба строительного контроля, служба контроля качества, специалист строительного контроля

#### **Abstract**

The organization of construction control is a complex and responsible process that requires consistency, competence and attention to detail. Not only the quality of the constructed object, but also its safety, terms of implementation and economic efficiency depend on the correct organization and conduct of construction control. The correct approach to the organization of construction control helps to avoid problems in the future associated with substandard construction or violation of legal requirements.

The article provides a brief overview of the main aspects of the organization of construction control, its role and importance in the construction process, the main forms of construction control are considered, a brief overview of the requirements for the qualification level of specialists engaged in construction control is given, their main functions and tasks are defined. Special attention is paid to the role of construction control in the structure of the organization as a form of ensuring a high level of quality of work.

**Keywords:** quality control, construction, construction control, construction control service, quality control service, construction control specialist

Строительный контроль является одним из важных этапов процесса строительства и представляет собой систематическую проверку и контроль качества выполнения строительных работ, а также соответствие их требованиям нормативно-технической и проектной документации.

Строительный контроль проводится в целях проверки соответствия выполненных работ требованиям проекта, а также нормативно-технической документации, действующей на территории Российской Федерации (далее – РФ), тем самым обеспечивая высокий уровень качества, надежности и долговечности строительства зданий и сооружений.

В РФ на законодательном уровне [2, 5] определено два основных вида проведения строительного контроля:

1. Строительный контроль от лица застройщика или технического заказчика;
2. Строительный контроль от лица организации, осуществляющей строительство.

В первом случае застройщик или технический заказчик проводит строительный контроль как собственными силами, так и силами сторонних специализированных организаций, на основании заключенного с ними договора, в то время как строительные организации, осуществляющие строительство, обязаны обеспечить проведение строительного контроля, на постоянной основе за счет собственных сил. Не важно кто осуществляет функции строительного контроля, его цели всегда должны быть неизменны.

Как правило, в организациях, для упрощения форм обеспечения контроля качества строительных работ, по письменному распоряжению руководителя организации, создаются различные службы и отделы, задачами которых является выполнение функций строительного контроля. К примеру, при строительстве опасных производственных объектов, строительный контроль от лица технического заказчика может выполнять служба строительного контроля (далее – ССК), а строительный контроль от лица подрядных организаций может осуществляться службой контроля качества (далее – СКК). В такие службы включаются не только специалисты, осуществляющие строительный контроль, но и специалисты различных структурных подразделений, чья деятельность на прямую связана с обеспечением качества строительных работ. Структурными подразделениями, входящими в состав ССК и СКК, могут являться лаборатории неразрушающих методов контроля, испытательные лаборатории, электротехнические лаборатории и различные экспертные отделы.

Важно понимать, что организационная структура службы СКК и ССК, должна разрабатываться таким образом, чтобы полностью исключить возможность какого-либо давления на ее специалистов, достигая при этом полного исключения возможности возникновения конфликта интересов со смежными структурными подразделениями организации. Независимость таких служб, достигается за счет подчинения их непосредственно руководителю организации. Действие всех этих служб обязательно должно быть регламентировано и формализовано внутренними локальными нормативными актами и организационно-распорядительными документами организации.

Одним из главных нормативных актов строительной организации, регламентирующих порядок организации и проведения строительного контроля, является положение об организации СКК, или ССК. В таком локальном, нормативном акте указываются основные функции и задачи строительного контроля, приводится структура службы, определяется порядок взаимодействия со сторонними организациями и структурными подразделениями общества, а также устанавливаются требования к аттестации специалистов, определяются их права и обязанности.

В целом, организация строительного контроля осуществляется по принципу, схема которого представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Схема организации контроля качества работ.

В современном мире, где строительство становится все более сложным и технологичным, требуется наличие высококвалифицированных профессионалов, способных эффективно осуществлять контроль за каждым этапом строительных работ. Высокая квалификация таких специалистов достигается за счет системы образования и профессиональных курсов повышения квалификации.

Нормативно-правовые акты [2, 5], регулирующие градостроительные и отдельные связанные с ними отношения, в строительной отрасли, не приводят четких требования к уровню квалификации специалистов, осуществляющих функции строительного контроля. Однако, для строительного контроля застройщика или технического заказчика, а также организаций, осуществляющих строительство, в статье 53 Градостроительного кодекса РФ [2] указывается, что сведения о лицах, осуществляющих функции строительного контроля, должны быть в обязательном порядке включены в национальный реестр специалистов (далее – НРС) в области строительства. Документом, подтверждающим включение специалиста в НРС, является уведомление о включении сведений такого специалиста в НРС, в области строительства, с присвоением личного идентификационного номера специалиста.

Для лиц, осуществляющих строительство опасных производственных объектов, российским законодательством, в частности Постановлением [6], также определены категории специалистов, к которым предъявляются дополнительные требования к уровню их квалификации. Так, для специалистов, осуществляющих строительный контроль, предъявляются требования о наличии дополнительного профессионального образования в области промышленной безопасности.

Таким образом, можно сделать вывод, что осуществлять функции строительного контроля имеют право только те лица, чьи сведения включены в НРС.

Каждый специалист, осуществляющий функции строительного контроля, закрепляется за объектом по письменному распоряжению руководителя организации. Приказом, на специалистов строительного контроля, возлагаются обязанности по проведению входного, операционного и приемочного контроля качества строительных работ.

Входной контроль проводится в целях проверки наличия сопроводительной документации поставщика (паспорта, сертификаты и т.п.), подтверждающие количественные и качественные показатели поставляемых материально-технических ресурсов, целостность упаковки, наличие маркировки, соответствие фактических показателей поставленных материалов указанным в сопроводительных документах, а также требованиям нормативно-технической и проектной документации.

Операционный контроль проводится в ходе выполнения строительных работ и включает в себя проверку соответствия выполняемых технологических операций требованиям проектной, рабочей и нормативно-технической документации. Объемы, методы контроля, частота их проведения должны соответствовать требованиям нормативно-технической и организационно-распорядительной документации, включая локальные нормативные акты организации, осуществляющей функции строительного контроля. Операционный контроль является самым трудоемким и продолжительным видом строительного контроля, требующим не только высокий уровень квалификации специалистов, но и навыки работы с современными контрольно-измерительными приборами и инструментами.

Приемочный контроль, по своей сути является многоуровневым процессом контроля, где проводится приемка законченного строительством, отдельных этапов работ. При приемочном контроле фиксируются все этапы технологических процессов, контролируется приемка устранения дефектов, выявленных при операционном контроле, оформляются акты освидетельствования работ.

В заключении хотелось бы отметить, что строительный контроль является неотъемлемой частью процесса строительства и играет важную роль в обеспечении высокого уровня качества и надежности конечной строительной продукции. Именно строительный контроль, является гарантией безопасности и надежности возводимых зданий и сооружений, как наиболее гибкая и эффективная система контроля качества работ.

\*\*\*

1. Голубков, В.Ю. Регулирование организации строительного контроля / В.Ю. Голубков // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – № 4 (2). – С.105-112. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-organizatsii-stroitel'nogo-kontrolya/viewer> (дата обращения 20.09.2023).

2. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 29.12.2022) // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2005. – № 1 (часть 1). – Ст. 199. – URL: <https://base.garant.ru/12138258/> (дата обращения 20.09.2023).
3. Десятков, А.С. Совершенствование методов проведения строительного контроля / А.С. Десятков // Вестник магистратуры. – 2021. – № 1–2 (112). – С. 13–15. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodov-provedeniya-stroitel'nogo-kontrolya/viewer> (дата обращения 20.09.2023).
4. Мотылев, Р.В. Анализ системы документирования строительного контроля в сравнении с зарубежными подходами / Р.В. Мотылев, А.С. Карпушкин // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – №6 (89). – С. 87–95. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47873487> (дата обращения 20.09.2023).
5. Мотылев, Р.В. Совершенствование порядка проведения строительного контроля / Р.В. Мотылев, А.С. Карпушкин // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 1 (90). – С. 66–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48200368> (дата обращения 20.09.2023).
6. О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства: утв. постановлением Правительства РФ от 21.10.2010 № 468 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2010. – № 26. – Ст. 3365. – URL: <https://base.garant.ru/12176727/> (дата обращения 20.09.2023).
7. Об аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики : утв. Постановлением Правительства РФ от 13.01.2023 № 13 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2013. – № 4. – Ст. 637. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300598905> (дата обращения 20.09.2023).
8. Соколов, Н.С. Организация технического надзора с помощью BIM-технологий при строительстве нефтеперерабатывающего завода / Н.С. Соколов, С.В. Михайлова // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2020. – № 4 (73). – С. 46–48. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-tehnicheskogo-nadzora-s-romoschyu-bim-tehnologiy-pri-stroitelstve-neftepererabatyvayushchego-zavoda/viewer> (дата обращения 20.09.2023).

**Шелехова А.И., Чириков А.В., Мишарин Р.Е.**  
**Управление микроклиматом в частном доме**

*Иркутский Национальный  
Исследовательский Технический Университет  
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-488

#### **Аннотация**

В отличие от квартиры в многоквартирном доме, где ориентация по частям света существенно влияет на внутренние параметры микроклимата, на отдельно стоящий жилой дом одновременно действуют все факторы, характеризующие часть света. В статье показано, что микроклимат в частном жилом доме более чувствителен к изменению внешних метеорологических условий, так как на него одновременно может воздействовать солнечная радиация с восточной стороны дома и холодные потоки воздуха с севера. Для улучшения параметров микроклимата в таких домах необходимо использовать дополнительные электронные устройства для того, чтобы быстро и экономично регулировать работу климатического оборудования. В статье показано, что безынерционные нагревательные элементы значительно быстрее и эффективнее справляются с данной задачей.

**Ключевые слова:** Микроклимат, жилой дом, безынерционный нагреватель, автоматизация, энергоэффективность.

#### **Abstract**

Unlike an apartment in an apartment building, where orientation to parts of the world significantly affects the internal microclimate parameters, a detached residential building is simultaneously affected by all factors characterizing the part of the world. The article shows that the microclimate in a private residential building is more sensitive to changes in external metrological conditions, since it can simultaneously be affected by solar radiation from the eastern side of the house and cold air currents from the north. To improve the microclimate parameters in such houses, it is necessary to install additional electronic devices in order to quickly and economically regulate the operation of climate control equipment. The article shows that inertia-free heating elements cope with this task much faster and more efficiently.

**Keywords:** Microclimate, residential building, inertia-free heater, automation, energy efficiency.

С каждым годом всё больше и больше жителей нашей страны перебирается из многоквартирных домов в частные дома. Сложно судить о преимуществах такого решения, так как владельцы этих домов берут на себя все функции, которые за нас выполняют управляющие компании. С другой стороны, в частном доме открываются большие возможности по оптимизации работы инженерных систем, в том числе появляются дополнительные возможности по снижению энергозатрат при обслуживании дома. Одна из областей, которой уделяется много внимания в частных домах, это обеспечение качественного микроклимата в течение календарного года. В отличие от больших зданий и многоквартирных домов, на частный дом одновременно воздействуют все факторы, характеризующие часть света. Например, воздействие солнечной радиации с восточной стороны дома снижает тепловые потери, при этом холодные потоки воздуха с северной стороны их увеличивают [1]. В отдельной квартире многоквартирного дома разрабатываются мероприятия по борьбе с одной проблемой, а в частном доме приходится учитывать оба фактора. Снижение внешнего влияния на внутренние параметры микроклимата решают увеличением термического сопротивления ограждающих конструкций, проектными решениями по размещению светопрозрачных конструкций с южной стороны, применению автоматизированных электрических систем отопления. В отличие от автономных водяных систем отопления, работающих на твердом топливе, электрические системы отопления имеют значительно меньшую инерционность и возможность локализованного управления параметрами [2].

Современные автоматизированные системы управления параметрами микроклимата могут не только управлять параметрами нагрева воздуха в помещении, они могут контролировать состояние воздушной среды, скорость движения воздушных потоков по помещению [3]. В зависимости от изменения различных внешних факторов, автоматизированная система меняет параметры у климатического оборудования так, чтобы внутренние метеорологические факторы были постоянны [4]. Существенное преимущество частного дома в том, что у владельцев есть возможность менять внутренние метеорологические факторы в зависимости от времени суток и условий эксплуатации, имеется возможность поддерживать и менять температуру в любом помещении, в зависимости от задаваемого алгоритма управления [5].

Проведенные нами исследования показали, что имеющиеся электроотопительные приборы не всегда обеспечивают оптимальные комфортные условия в помещениях в периоды изменения метеорологических параметров и, даже при современных системах микропроцессорного управления, не могут качественно влиять на параметры микроклимата. Чтобы оперативно изменить климатические условия, необходимо в нужный момент времени выделить необходимое количество энергии. А если прибор работает так, как рекламируется по телевизору «прибор быстро нагревается и долго остывает, не потребляя энергии», то из-за своей инерционности он просто не успевает преобразовать необходимое количество электрической энергии в тепловую.

Натурные исследования показали, что приборы данного класса невозможно совместить с интеллектуальными системами управления микроклиматом, так как в основе создания благоприятных условий с минимальными энергетическими затратами лежит принцип быстрого реагирования на изменение внешних и внутренних климатических факторов.

Конвекционные нагревательные приборы в зависимости от выделяемой мощности имеют различную скорость конвекционного потока, соответственно при различных факторах, они будут обогревать различные зоны. Кроме этого, при работе конвекционных нагревательных приборов создается большой градиент температуры. Натурные испытания показали, что при нагреве помещения с температуры 17°C до 23°C в течение 1 часа, градиент температуры по высоте составляет от 2 до 3°C, причем температура пола за этот промежуток не меняется. Пол изменяет своё значение с 14°C до 20°C за 5–6 часов, что отрицательно влияет на теплоощущения людей, находящихся в данной комнате.

Радиационные нагревательные приборы, устанавливаемые в помещении в виде нагревательных панелей или системы «теплый пол» неплохо зарекомендовали себя в частных домах. Проведенные исследования показали, что более благоприятный микроклимат и быстрое реагирование на внешние факторы осуществляется при соотношении радиационной системы



нагрева с конвекционной в соотношении 80%–20%. В зависимости от планировки и типа ограждающих конструкций данное соотношение может меняться в ту или другую сторону. Существенным недостатком радиационного нагрева является неравномерный нагрев на поверхности теплопередачи. Нагрев верхней части радиационной панели всегда больше, чем нижней. Нагрев нагревательных элементов в системе «теплый пол» в непосредственной близости с ограждающими конструкциями всегда меньше, чем в центре помещения.

Устранить данный недостаток возможно с помощью применения нагревательных элементов с неравномерной удельной мощностью на поверхности теплопередачи. Но, данные нагревательные элементы ни в России, ни в мире не производятся. Для устранения данного недостатка было предложено новое техническое решение по производству нагревательных элементов на основе карбоновой пасты, у которых можно задавать необходимую удельную мощность, причем, не только её задавать, а плавно переходить с одной удельной мощности в другую, при этом задавая необходимый коэффициент саморегуляции для того, чтобы параметры нагрева всегда оставались постоянными и стабильными [5]. Кроме этого, нагревательные элементы обладают гибкостью и пластичностью, что существенно расширяет их спектр применения. Благодаря поддержке «Фонда содействия инновациям», в г. Иркутске проводятся мероприятия по организации серийного производства данных нагревательных элементов.

Инновационный потенциал Иркутского Национального Исследовательского Университета достаточно большой для того, чтобы разработать новую идею, но необходимо вести работы по внедрению данных идей в реальный сектор производства. Это поможет не только обеспечить защиту наших граждан от различных санкций, но и создать конкурентное, инновационное производство, которое, в свою очередь, обеспечит благоприятный микроклимат в жилых домах при минимальных энергетических затратах.

\*\*\*

1. Пучков Ю. М., Кондрашина И.А. Факторы, влияющие на микроклимат индивидуального жилого дома. В сборнике: Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. С. 150–156.
2. Shelekhov I Yu. Electric microclimate system for frame structures: AIP Conference Proceedings: Vol 2434, No 1 AIP Conference Proceedings 2434, 24 August 2022
3. Гумилев П. В. Автоматизация микроклимата в зданиях и сооружениях. Современные проблемы лингвистики и методики преподавания русского языка в ВУЗе и школе. 2022. № 38. С. 991–994.
4. Shelekhov I. Yu., Shelekhov M. I. Optimization of microclimate parameters in tent-frame buildings. В сборнике: Proceedings of the 6th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2022. Сеп. "Lecture Notes in Civil Engineering" 2023. С. 330–339.
5. Федоров Д. Г. Разработка алгоритма и регулятора адаптивного управления теплоснабжения и оптимизации энергопотребления зданий // Материалы X Республиканского конкурса инновационных проектов УМНИК-2014 «Молодая инновационная Чувашия» (27–28 марта 2014 г.). Чебоксары, 2014. С. 20–21.
6. Шелехова И. В., Шелехов И. Ю., Шелехова А. И. Гибкий нагревательный элемент с неравномерной удельной мощностью. Патент на полезную модель 219638 U1, 31.07.2023. Заявка № 2022133257 от 19.12.2022.

**Янгель Д.А., Гулякин Д.В.**  
**Сравнительный анализ САД-систем**

*Иркутский Национальный  
Исследовательский Технический Университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-489

**Аннотация**

Дизайн продукта должен быть продуман до мельчайших деталей перед запуском в производство. Традиционно для этого требовалось ручное рисование и проектирование с использованием бумаги и карандаша. Сегодня использование САД значительно сокращает объем работ. Создание 3D - моделей и 2D-чертежей происходит быстрее и проще, чем когда-либо прежде, но на современном рынке существует большое количество САПР, поэтому стоит в них разобраться, чтобы подобрать для себя подходящую.

**Ключевые слова:** САПР, CAD, Базовые и легкие CAD- системы, Тяжелая CAD-система

### Abstract

The design of a product must be thought out to the smallest detail before being put into production. Traditionally, this required hand drawing and design using paper and pencil. Today, the use of CAD significantly reduces the amount of work. Creating 3D models and 2D drawings is faster and easier than ever before, but on the modern market there are a large number of CAD systems that solve different problems, and it is worth understanding them in order to choose the right one for yourself.

**Key words:** CAD, Basic and light CAD systems, Heavy CAD system

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования. С приходом на отечественный рынок иностранных систем, широкое распространение получили аббревиатуры CAD (Computer Aided Design), которую можно перевести, как проектирование с применением компьютера, и CAD-system, которую можно перевести, как система для проектирования с помощью компьютера.

Выделим *преимущества CAD-систем:*

- экономия времени (Продолжающаяся эра разработки продуктов влечет за собой большую конкуренцию. Время, необходимое для вывода продукта на рынок, может иметь решающее значение для его успеха);
- повышение производительности (Сэкономленное время напрямую увеличивает продуктивность. Такое количество времени может привести к большему количеству завершенных проектов);
- повышение точности (Создание эскизов вручную не может сравниться с точностью чертежей CAD. Точность CAD не имеет себе равных - почти нет ошибок. Это дает ему огромное преимущество перед ручным проектированием и черчением);
- уменьшает количество ошибок (Такие функции, как проверка пересечений для 3D-моделей, предлагают преимущества, уникальные для систем САПР. Эта функция помогает разработчику проверить наличие пересечений между одной или несколькими частями);
- быстрое получение размеров (Даже самые сложные продукты могут быть созданы с правильным знанием доступных инструментов и необходимых математических уравнений. Эта универсальность позволяет дизайнеру мыслить нестандартно и предлагать инновационные решения, не опасаясь, что он не сможет изложить идею на бумаге).

Таким образом, система САПР (CAD) - это гораздо больше, чем замена ручным чертежам. Она открывает совершенно новый уровень возможностей, которые инженеры могут использовать для более быстрого создания лучших продуктов с меньшим количеством ошибок.

На данный момент существует множество CAD-систем, которые решают разные задачи и классифицируются на Базовые, Легкие и Тяжелые.

*Базовые и легкие CAD-системы*

Легкие системы САПР предназначены для 2D-проектирования и черчения, а также для создания отдельных трехмерных моделей без возможности работы со сборочными единицами.

*AutoCAD* - это базовая САПР, разрабатываемая и поставляемая компанией Autodesk. AutoCAD – самая распространенная CAD-система в мире, позволяющая проектировать как в двумерной, так и трехмерной среде. С помощью AutoCAD можно строить 3D-модели,

создавать и оформлять чертежи и многое другое. AutoCAD является платформенной САПР, т.е. эта система не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно выполнять хоть строительные, хоть машиностроительные проекты, работать с изысканиями, электрикой и многим другим.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD обладает следующими отличительными особенностями:

- стандарт “де факто” в мире САПР
- широкие возможности настройки и адаптации
- средства создания приложений на встроенных языках (AutoLISP и пр.) и с применением API
- обилие программ сторонних разработчиков.

Кроме того, Autodesk разрабатывает вертикальные версии AutoCAD - AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей направленности.

#### *CAD-система среднего уровня*

Средние системы САПР — это программы для 3D-моделирования изделий, проведения расчетов, автоматизации проектирования электрических, гидравлических и прочих вспомогательных систем.

*Autodesk Inventor* (Профессиональный комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации. Разработчик – компания Autodesk). Среди особенностей Inventor стоит отметить:

- Продвинутое инструменты трехмерного моделирования, включая работу со свободными формами и технологию прямого редактирования.
- Поддержку прямого импорта геометрии из других САПР с сохранением ассоциативной связи (технология AnyCAD).
- Тесную интеграцию с программами Autodesk - AutoCAD, 3ds Max, Alias, Revit, Navisworks и другими, что позволяет использовать Inventor для решения задач в разных областях, включая дизайн, архитектурно-строительное проектирование и пр.
- Поддержку отечественных стандартов при проведении расчетов, моделировании и оформлении документации.
- Обширные библиотеки стандартных и часто используемых элементов.
- Обилие мастеров проектирования типовых узлов и конструкций (болтовые соединения, зубчатые и ременные передачи, проектирование валов и колес и многое другое)

#### *Компас-3D*

Компас-3D – это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в областях машиностроения, приборостроения и строительства. Разработчик – компания Аскон (Россия).

Преимущества системы Компас-3D:

- простой и понятный интерфейс;
- использование трехмерного ядра собственной разработки (С3D);
- полная поддержка ГОСТ и ЕСКД при проектировании и оформлении документации;
- большой набор надстроек для проектирования отдельных разделов проекта;
- гибкий подход к оснащению рабочих мест проектировщиков, что позволяет сэкономить при покупке;
- возможность интеграции с системой автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ и другими системами единого комплекса.

#### *Тяжелая CAD-система*

Тяжелые САПР предназначены для работы со сложными изделиями (большие сборки в авиастроении, кораблестроении и пр.)

*PTC Creo* (Система 2D и 3D параметрического проектирования сложных изделий от компании PTC. САПР PTC Creo широко используется в самых разных областях проектирования). Выгодные отличия системы от конкурирующих решений:

- эффективная работа с большими и очень большими сборками;
- моделирование на основе истории и инструменты прямого моделирования;
- работа со сложными поверхностями;
- возможность масштабирования функциональности системы в зависимости от потребностей пользователя;
- разные представления единой, централизованной модели, разрабатываемой в системе;
- тесная интеграция с PLM-системой PTC Windchill.

В России на протяжении долгого времени развивалась программа «КОМПАС-3D» и за предыдущие три версии она получила новые и усовершенствованные инструменты решения задач авиастроения и двигателестроения. Уже сейчас «КОМПАС-3D» позволяет работать со сборками любой сложности, проводить гидрогазодинамические расчеты, многопараметрическую и топологическую оптимизацию модели, заимствовать компоненты изделия из других САД, выполнять диагностику коллизий и контроль зазоров. Это означает, что теперь «Компас 3D» превратился в мощную САД-систему мирового уровня и используется в России чаще других систем.

Таким образом, на рынке присутствуют самые разные современные САД системы, которые отличаются между собой как по функциональности, так и по стоимости. Чтобы подобрать себе САД-систему необходимо ориентироваться на потребности предприятия, задачи, которые стоят перед пользователями, стоимость приобретения и содержания системы и многие другие факторы.

\*\*\*

1. <https://pointcad-ru.turbopages.org/pointcad.ru/s/novosti/obzor-sistem-avtomatizirovannogo-proektirovaniya>
  2. <https://www.stankoff.ru/blog/post/306>
  3. <https://cadcamtutorials.ru/articles/cnc5>
  4. Система автоматизированного проектирования: учеб. пособие / А.А.Липин; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 108с.
  5. Инженерная графика. САД: учебник и практикум для академического бакалавриата / И.Е.Колошкина, В.А.Селезнев. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 220с. – (Серия : Бакалавр, Академический курс).
-

## РАЗДЕЛ XXII. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

**Инютин Н.В., Филатова А.А.**

**Разработка программного продукта «Telegram-бот для поиска GIF-изображений»**

*ФГБОУ ВО Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина*

*(Россия, Елец)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-490

*Научный руководитель: Александрова Л.Н.*

### **Аннотация**

В статье актуализированы вопросы расширения функционала мессенджера Telegram посредством разработки и интеграции чат-ботов, расширяющих его возможности. Описывается процесс разработки программного продукта «Telegram-бот для поиска GIF-изображений» на языке программирования Python с использованием API.

**Ключевые слова:** JSON файлы, GIF-изображения, Telegram, чат-боты, PyCharm, Python.

### **Abstract**

The article updates the issues of expanding the functionality of the Telegram messenger through the development and integration of chatbots that expand its capabilities. Describes the process of developing a software product "Telegram bot for searching GIF images" in the Python programming language using the API.

**Keywords:** JSON files, GIF images, Telegram, chatbots, PyCharm, Python.

Одним из популярных мессенджеров сегодня является Telegram, представляющий собой кроссплатформенную систему, позволяющую обмениваться информацией различных форматов. Функционал данной программы представляет интерес для пользователей, в том числе, благодаря широкому применению ботов различной направленности. Боты – это специальные аккаунты, управляемые программами, которые отвечают на определённые команды в персональных и групповых чатах, осуществляют поиск в интернете или выполняют иные задачи. Они могут создаваться сторонними разработчиками при помощи специального API и интегрироваться в Telegram.

В рамках представленного материала описывается решение задачи по созданию программного продукта «Telegram-бот для поиска GIF-изображений», позволяющий через возможности его графического интерфейса общаться с помощью команд. Программа написана на языке программирования Python, используя API [1, 2, 3]. Получая команды от чат-бота, она обращается к стороннему сервису, который хранит базу данных с различными GIF-изображениями. Интерфейс представляет собой стандартное диалоговое окно. Чтобы начать использовать функционал программы, пользователю необходимо зарегистрироваться в Telegram, используя личный аккаунт, найти чат-бота по его названию и начать общение.

Созданный чат-бот способен реагировать на несколько функциональных и отладочных команд. Среди них поиск GIF-изображения по заданному слову и случайный поиск GIF-изображения. Изображения подбираются с помощью сервиса GIPHY (поисковая система для мессенджеров, которая содержит миллиарды gif-изображений, позволяющая пользователям искать и делиться анимированными файлами) с использованием API. В ответ на обращения возвращается JSON-файл с необходимой информацией. API-ключ – это строка символов, которую передаёт клиент в своих запросах серверу. Для успешной аутентификации строка должна совпадать и у сервера, и у клиента. Как правило, ключ формируется сервером для удобства аутентификации или защиты от несанкционированного использования API, а также может использоваться с особыми возможностями и доступами к определённым функциям сервера.

Разработка чат-бота началась непосредственно с создания специального аккаунта-бота в мессенджере Telegram. Для этого потребовалось отправить определённые команды уже

существующему чат-боту @BotFather, который является интерфейсом для создания и редактирования ботов.

После простых действий бот-редактор сообщает об успешном создании чат-бота, которого полноценно можно редактировать. Кроме того, выводится API-токен для доступа к HTTP API, который в дальнейшем будет использован для подключения программы к боту (рис. 1).

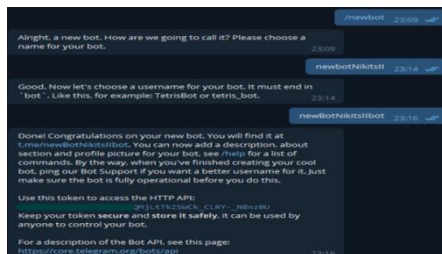


Рисунок 1. Общение с @BotFather, создание нового Telegram бота.

Для использования сервиса GIPHY, необходимо пройти классическую регистрацию на сайте giphy.com, затем перейти на страницу разработчика developers.giphy.com и создать приложение, нажав кнопку Create an App.

В процессе создания нового приложения GIPHY, нужно выбрать тип бета-ключа проекта: SDK или API. На время разработки до выпуска готового программного продукта действуют ограничения и лимиты на запросы, соответственно, функционал предоставляется бесплатно. После ввода названия приложения сервис выдаёт API-ключ, который используется для формирования запросов в Python приложении.

Первоначально проводится импорт библиотек. Затем записывается API-ключ Telegram-бота в отдельную переменную, производится подключение с помощью библиотеки и API ключа к созданному боту. Обработывается ввод команды /start в интерфейсе бота, в чате создаётся кнопка, позволяющая быстро запустить команду /random. Выводится приветственное GIF-изображение и простейшая инструкция: «Поиск GIF по запросу. Для поиска, введите запрос или нажмите /random.» (рис. 2).

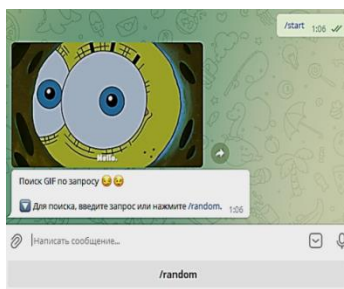


Рисунок 2. результат работы фрагмента кода, обработка команды /start.

На рисунке 3 демонстрируется обработка ввода текста и выполнение поиска по введённому слову или предложению. Переменной url присваивается основа ссылки-запроса, в которой указывается, что будет выполняться поиск по заданному значению. Затем в списке параметров записывается текст запроса, он же вводимый текст, API-ключ для доступа к GIPHY API, а также лимит запросов. Затем в обработке исключений при помощи конструкции try – except производится попытка получения JSON по запросу. Формируется запрос из подготовленной основы и параметров и производится попытка получения JSON файла. В случае неудачи выводится сообщение «Ошибка поиска. Введено:» и дублируется введённое слово. Иначе – загружается JSON файл с необходимой информацией, из которого выбирается определённая ссылка на GIF-изображение нужного формата и после ответа «Поиск по запросу» бот выводит полученное изображение.

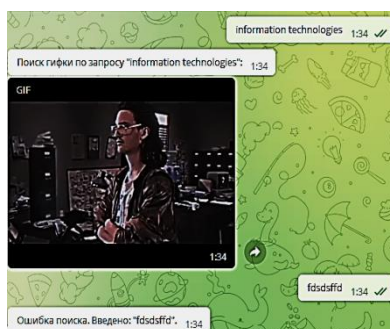


Рисунок 3. Результат работы фрагмента кода, обработка поисковых фраз.

На рисунке 4 представлен поисковый функционал команды /random, благодаря которой генерируется случайное gif-изображение.



Рисунок 4. Результат работы фрагмента кода, обработка команды /random.

В процессе создания и разработки были усвоены и получены новые навыки по работе с API, в частности по использованию мессенджера Telegram для обмена информацией со сторонним сервисом через программу на языке программирования Python. Результатом работы является программный продукт «Telegram-бот для поиска GIF-изображений».

\*\*\*

1. Волкова, Т. И. Введение в программирование. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2018.
2. Иванова, Г.С. Основы программирования: учебник. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560354> (дата обращения: 01.10.2023).
3. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие для прикладного бакалавриата. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2019 .

**Васильева Т.Г., Филимоненков М.Х., Лукьянчик В.Н., Сарафанников В.С.**  
**Квантовые технологии – новый век вычислений и безопасности**

*Военная академия связи  
 (Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-491

#### **Аннотация**

В статье рассмотрены понятия квантовые вычисления, квантовые технологии и их сферы применения. С каждым днем наше общество производит и обрабатывает огромные объемы данных, что требует мощных вычислительных ресурсов, в результате чего возникает необходимость в эффективных системах безопасности. Квантовая криптография позволяет обеспечить безусловную безопасность передачи данных.

**Ключевые слова:** квантовые технологии, квантовые вычисления, квантовая криптография, индустрия 4.0, передача информации, безопасность.

**Abstract**

The article discusses the concepts of quantum computing, quantum technologies and their fields of application. Every day our society produces and processes huge amounts of data, which requires powerful computing resources, as a result of which there is a need for effective security systems. Quantum cryptography allows you to ensure the absolute security of data transmission.

**Keywords:** quantum technologies, quantum computing, quantum cryptography, industry 4.0, information transfer, security.

*«Если квантовая теория не потрясла тебя — ты её ещё не понял».*

*— Нильс Бор*

Сейчас модно говорить, что мы стоим на пороге новой технологической революции — Индустрии 4.0, базирующийся на машинном обучении, робототехнике, искусственном интеллекте и множестве других инструментов, которые так или иначе связаны с обработкой и хранением информации. Однако внедрение всех этих технологий требует больших вычислительных ресурсов или более эффективных методов передачи информации, чему и должно поспособствовать квантовое направление [1].

**Квантовые технологии (КТ)** – это революционный подход к обработке информации, основанный на законах квантовой механики. КТ являются великим прорывом в науке и их применение будет иметь огромное значение для нашего общества в будущем. Вопреки некоторым техническим и технологическим сложностям, квантовые технологии обещают преобразить нашу жизнь и открыть новые возможности, о которых раньше даже не могли мечтать. КТ интересны как с точки зрения фундаментальной науки, так и с позиции будущих потенциальных сфер применения:

Логистика и оптимизация.

Квантовые вычисления могут помочь найти оптимальные решения для сложных и многомерных задач, таких как планирование маршрутов, распределение ресурсов, управление запасами и транспортом. Это может принести большую экономию времени, денег и энергии для разных секторов, таких как производство, торговля, транспорт и логистика.

Здравоохранение и медицина.

Использование квантовых технологий при моделировании сложных молекул и биологических систем (ДНК, клетки и органы) может привести к созданию новых лекарств, вакцин, диагностических методов и терапий для разных заболеваний.

Финансы и экономика.

Здесь произойдет рост точности прогнозной аналитики, т. к. анализ больших объемов данных поможет делать более точные прогнозы рыночных трендов, лучше оценивать риски и изменения стоимости активов, оптимизировать портфели инвестиций и стратегии торговли.

Энергетика.

Могут применяться для разработки новых материалов и устройств для генерации и хранения энергии. Квантовые явления также могут быть использованы для оптимизации эффективности солнечных панелей и других устройств для использования возобновляемых источников энергии.

Прогнозирование погоды и климата.

Благодаря квантовым методам вычисления станет проще симулировать сложные физические явления, такие как атмосфера, океаны, ледники и облака. Это может привести к более точным и своевременным прогнозам погоды и климата, а также к лучшему пониманию их влияния на окружающую среду и человечество.

Сельское хозяйство и пищевая промышленность.

Квантовые технологии могут помочь оптимизировать процессы выращивания, уборки, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Это приведет к повышению урожайности, качества и безопасности продуктов питания, а также к снижению потерь и отходов.

Метрология и сенсорика.

Высокая степень контроля над состоянием отдельных микроскопических систем, обеспечиваемая квантовыми технологиями, позволяет создавать квантовые сенсоры с



высокой чувствительностью. Ожидается, что квантовые сенсоры будут иметь высокое пространственное и временное разрешение, что позволит повысить точность измерений в сравнении с существующими классическими сенсорами. Развитие технологий разнообразных датчиков нового поколения может дать мощный импульс сразу в нескольких областях: в обороне и безопасности, навигации (космос, беспилотный транспорт), строительстве, нефтедобыче и геологоразведочных работах, в медицинской диагностике и терапии, в индустрии 4.0. Среди различных типов квантовых сенсоров и метрологических приборов: квантовые эталоны времени, магнитометры, гравиметры, гироскопы и измерители ускорения, а также измерители электромагнитного поля.

Цифровая экономика подкинула нам новые термины, понятия и определения. Мы уже свыклись с такими словосочетаниями, как искусственный интеллект, машинное обучение, интернет вещей. Но есть технологии, которые даже для специалистов являются экспериментальными, и это квантовые вычисления [2].

**Квантовые вычисления** – это область информатики и физики, которая исследует возможности использования квантовой механики для более эффективных вычислений. Поскольку квантовая механика основана на особенностях поведения микроскопических частиц, таких как электроны и фотоны, она позволяет решать определенные задачи значительно быстрее, чем классические компьютеры.

В современном цифровом обществе высокопроизводительные вычисления и безопасность становятся все более важными. С каждым днем наше общество производит и обрабатывает огромные объемы данных, что требует мощных вычислительных ресурсов. В то же время, все больше данных и информации становятся объектами хакерских атак, в результате чего возникает необходимость в эффективных системах безопасности. Существующие методы криптографии, которые основаны на сложности математических задач, сталкиваются с угрозами современных компьютеров, способных взломать защиту с помощью высокопроизводительных вычислений. Но с появлением квантовых технологий возникла надежда на развитие квантовой безопасности - нового подхода к защите данных, который строится на принципах квантовой механики.

Классические алгоритмы шифрования, которые сейчас широко используются для защиты данных, основаны на сложности расчетов необходимых для расшифровки. Большинство алгоритмов шифрования, таких как RSA и ECC, основаны на факторизации больших чисел. Классический компьютер может расшифровать сообщение, зная простые множители этих чисел, в свое время квантовый компьютер может выполнить эти расчеты существенно быстрее, что делает существующие криптографические системы уязвимыми. В свете этих угроз, исследователи активно работают над созданием квантоустойчивых алгоритмов шифрования. В частности, одним из самых известных алгоритмов является алгоритм Шора, который позволяет расшифровать RSA и ECC с использованием квантового компьютера. Вместо него разрабатываются новые алгоритмы, такие как алгоритмы на основе кодов Мак-Элисса или решетчатых кодов, которые более устойчивы к атакам квантовых компьютеров. Также, квантовые вычисления могут быть использованы в качестве усовершенствованной технологии для защиты информации [3].

Квантовая криптография позволяет обеспечить безусловную безопасность передачи данных, используя принципы квантовой механики для обнаружения любых несанкционированных изменений информации. Это означает, что любые попытки перехвата или вмешательства будут автоматически обнаружены. Таким образом, безопасность и квантовые вычисления неразрывно связаны друг с другом. Вместе с возрастающим развитием квантовых компьютеров необходимо также разрабатывать новые методы шифрования и защиты информации, чтобы обеспечить ее безопасность. Квантовая криптография и квантоустойчивые алгоритмы шифрования сейчас находятся на переднем плане этой работы и представляют собой важные инструменты для защиты информации в будущем.

Квантовая безопасность основана на двух основных принципах: непрерывном контроле и непринципиальности физического мира. В квантовой криптографии используются квантовые состояния, такие как состояния фотонов, для обмена информацией между отправителем и получателем. Важной особенностью квантовой безопасности является то, что любые попытки перехвата и прослушивания информации будут заметны вследствие измерений, нарушающих квантовые состояния. Поэтому квантовая безопасность

обеспечивает непрерывный контроль над целостностью и конфиденциальностью передаваемых данных.

Одна из важных особенностей квантовой безопасности - это принцип непринципиальности. Согласно этому принципу, квантовую информацию нельзя измерить или скопировать без наличия специальных квантовых состояний, которые являются уникальными для каждой передачи. Благодаря этому, обнаружение любых попыток вмешательства в передачу данных становится возможным и сообщение сразу становится нечитаемым для прослушивания.

Несмотря на свою многообещающую природу, квантовая безопасность все еще остается сложной технологией для реализации на практике. Требуются значительные инвестиции в исследования и разработку, чтобы создать эффективную инфраструктуру для квантовой коммуникации. Также существуют технические проблемы, связанные с дальностью передачи и стабильностью квантовых состояний [4].

Квантовые вычисления неизбежно станут новой эрой в вычислениях и безопасности. Они предоставят новые возможности для решения сложных проблем и приведут к революционным изменениям во многих сферах нашей жизни. Однако, приход квантовых вычислений также подразумевает необходимость разработки новых алгоритмов, криптографических методов и систем безопасности для обеспечения защиты информации. Только тогда возможность квантовых вычислений станет полностью реализованной и принесет выигрыш в области вычислений и безопасности.

\*\*\*

1. Безопасное использование передовых научных знаний и технологий Квантовые технологии и военная стратегия. Аджей Леле. Перевод НИИ «Интеграл», Москва: 2023 г.
2. <https://postnauka.org/journal>.
3. Квантовые технологии: от научных открытий к новым приложениям А. К. Федоров. Российский квантовый центр (ООО «МКЦТ»), Москва: Фотоника том 13 № 6, 2019 г.
4. Хель И. 10 невероятных последствий развития квантовых технологий // Hi-News.ru <https://hi-news.ru/technology/10-neveroyatnyx-posledstvij-razvitiyakvantovyx-texnologij.html> (Просмотрено 2.10.2023).

**Вдович С.А.**

**Проектирование системы управления товарными запасами на платформе «1С:Предприятие 8.3»**

*Оренбургский государственный университет  
(Россия, Оренбург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-492

**Аннотация**

Статья посвящена вопросам автоматизации решений по управлению товарными запасами. Описана необходимость такого управления, рассмотрены методы и модели управления запасами товаров. На платформе «1С:Предприятие 8.3» реализована подсистема поддержки принятия решения по формированию оптимального размера заказа. Информационная подсистема автоматизирует учет движения товаров, контроль остатка товаров и формирование заявки на заказ товара с расчетом оптимального количества заказа товара, даёт рекомендации по формированию гарантийных запасов товаров. Описана актуальность разработки подсистемы на платформе «1С: Предприятие 8.3».

**Ключевые слова:** Гарантийный запас, оптимальный размер заказа, максимальный желательный запас, максимальное потребление, ожидаемое потребление, 1С:Предприятие 8.3, система управления запасами.

**Abstract**

The article is devoted to the automation of inventory management solutions. The necessity of such management is described, the methods of the logistics inventory management system are considered. On the platform «1С:Enterprise 8.3» implemented a subsystem to support decision-making on the formation of the optimal order size. The information subsystem automates the accounting of the

movement of goods, the control of the balance of goods and the formation of an application for the order of goods with the calculation of the optimal quantity of the order of goods, gives recommendations on the formation of guaranteed stocks of goods. The relevance is described of the subsystem development on the platform «1С:Enterprise 8.3», possible options for expanding the functionality of the developed subsystem.

**Keywords:** Safety stock, optimal order size, maximum desired stock, maximum consumption, expected consumption, 1С:Enterprise 8.3, inventory management system.

Под товарным запасом следует понимать количество продукции (товара), находящееся на складах и торговых точках. Нежелательным является как дефицит товаров, так и их избыток. Для обеспечения бесперебойной работы предприятия необходимо поддерживать страховой запас товаров. С его помощью удовлетворяется потребность потребителей в случае увеличения спроса, сбоев во времени поставок и уменьшении объемов, сезонного колебания в поставках товаров и резкого увеличения цен поставщиками. Так же имея товарный запас, организация гарантирует устойчивость ассортимента и выбранной ценовой политики предприятия. Избыток товаров приводит к росту затрат на хранение, снижению оборачиваемости и рентабельности. Товарные запасы классифицируются по таким признакам как сроки, величина, назначение, показатели, место нахождения, рассматриваемый период. Существует множество методов управления запасами, одним из основных является нормирование – установление количества товаров исходя из бесперебойного предложения покупателям при минимальных расходах на хранение.

Большинство организаций не зависимо от сферы деятельности применяют для автоматизации своей деятельности продукты фирмы 1С. Типовая конфигурация «1С:Торговля и склад» позволяет автоматизировать функции складского учета товара, осуществлять ведение бухгалтерского и налогового учета исходя из требований актуального российского законодательства. Преимуществом использования платформы является ее гибкость, масштабируемость, возможность настройки и доработки под любые бизнес-процессы организации. Встроенный язык системы 1С позволяет проектировать различные математические методы и модели, опыт экспертов. В связи с этим разработка системы поддержки принятия решения по управлению товарными запасами была реализована на платформе 1С:Предприятие 8.3. Выбор платформы также обусловлен возможностью интеграции системы в существующую систему ведения учета «1С:Торговля и склад».

Целью работы является разработка системы поддержки принятия решения по управлению товарными запасами. Проектируемая система формирует решение по оптимальному заказу товаров: какие товары и в каком количестве заказывать. Информационная поддержка расчета заказа основывается на таких данных как остатки товара, расход товара, информация о доставке (расстояние, время доставки, время задержки). Для поддержания количества товаров на нужном для организации уровне, в системе осуществляется расчет остатков товара, вычисление размера гарантийного запаса, определение размера следующего заказа и интервала времени между поставками. Алгоритмы расчета показателей в рамках реализации на платформе «1С:Предприятие 8.3» приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели для расчета размера заказа.

<i>Показатели расчета</i>	<i>Информация для расчета</i>
<i>Потребность (П)</i>	<i>РегистрНакопленияОстаткиТоваров РегистрНакопленияОбъемПродаж</i>
<i>Интервал времени между запасами</i>	<i>РегистрСведенийПоставки</i>
<i>Время поставки (дни)</i>	<i>СправочникКонтрагенты</i>
<i>Возможная задержка поставки</i>	<i>СправочникКонтрагенты</i>
<i>Ожидаемое дневное потребление</i>	<i>Расчёт по формуле: П/ число рабочих дней</i>

	Ожидаемое потребление за время поставки (ОП)	Расчёт по формуле: $(3) * (5)$
	Максимальное потребление за время поставки	Расчёт по формуле: $((3) + (4)) * 5$
	Гарантийный запас	Расчёт по формуле: $(7) * (6)$
	Максимальный желательный запас (МЖЗ)	Расчет по формуле: $(8) + (2) * (5)$
	Размер заказа (PЗ)	Расчет по формуле: $PЗ = МЖЗ - ПУ + ОП$

Фрагмент текста программного модуля на платформе «1С:Предприятие 8.3» по расчету показателей, приведенных в таблице представлен на рисунке 1

Рисунок 1. Фрагмент программного кода.

В используемой модели расчет размера заказа производится в момент достижения порогового уровня запасов предприятия и данные для расчета представлены потребностью в заказываемом продукте, интервалом времени между заказами, временем поставки, возможной задержкой поставки. Результатом работы СППР является экранная форма документа «Расчет заказа». Документ формируется по каждому поставщику, в табличной части заполняются товары, которые необходимо заказать и рассчитанные показатели потребности, времени поставки, ожидаемом потреблении, гарантийному запасу и размеру заказа. Экранная форма документа представлена на рисунке 2.

Рисунок 2.Экранная форма документа «Расчет заказа».

Таким образом разработанное прикладное решение позволяет:

- вести учет товаров и поставщиков;
- формировать документы по движению товаров (поступление товаров, реализация товаров);
- рассчитывать такие показатели как ожидаемое дневное потребление, максимальное потребление за время поставки, гарантийный запас, максимальный желательный запас, размер заказа;
- генерировать оптимальное решение по формированию гарантийного запаса товара и оформлять сопутствующие документы;

- - проводить анализ потребностей в товарах, складских ресурсов, учитывать временные издержки и выработать дальнейшую стратегию работы по управлению запасами;
- - получать различные формы отчетов по товарам и поставщикам.

Таким образом, применяя экономико-математические методы и встроенный язык системы 1С, была разработана подсистема поддержки принятия решения по управлению товарными запасами организации. Использование подсистемы поддержки принятия решения по управлению товарными запасами, интегрированной в конфигурацию системы «1С:Торговля и склад», позволит организации обеспечить актуальную точную информацию об уровнях поставок и оптимальный уровень запаса, тем самым улучшить показатели товарооборота и рентабельности; менеджеру по закупкам сократить время взаимодействия с поставщиками, оптимизировать документооборот.

\*\*\*

1. Алексеева Н.И., Алехина Ю.В. Управление товарными запасами предприятия на основе анализа системы показателей/ Н.И. Алексеева, Ю.В. Алехина// Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности. 2016, №5-1. – С. 56-59.
2. Буняк И.П. Управление товарными запасами с учетом складских помещений/ И.П. Буняк // Наука и новые технологии. 2016, №6-3. - С. 38-41.
3. Вдович С.А., Панова Н.Ф. Информационная система поддержки принятия решения по управлению некачественными товарами./ С.А. Вдович, Н.Ф. Панова //Материалы Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные системы». 2023. – С. 28-30.
4. Демьяненко М.С., Найденова Р.И Совершенствование управления товарными запасами на основе логистического подхода / М.С. Демьянко, Р.И. Найденова // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2013, №3(47). - С. 328-336.
5. Косенко О.А. Управление товарными запасами на предприятиях торговли. / О.А. Косенко // Наука и новые технологии. 2021, №5-6. - С. 242-246.

**Зарецкая М.С., Сонькина Е.К., Белаш В.Ю.**

**Телеграмм-боты в сфере туризма**

*Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского  
(Россия, Калуга)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-493*

#### **Аннотация**

В данной статье рассматривается вопрос о внедрении телеграмм-ботов в область туристской деятельности и их влияние на рост привлекаемых клиентов. Рассмотрены возможности телеграмм-ботов для сферы туризма, их достоинства и недостатки.

**Ключевые слова:** Туризм, телеграмм-бот, технологии, информация, сервис.

#### **Abstract**

This article discusses the introduction of telegram bots in the field of tourism and their impact on the growth of attracted customers. The possibilities of telegram bots for the tourism sector, their advantages and disadvantages are considered.

**Keywords:** Tourism, telegram bot, technology, information, service.

Современные технологии не стоят на месте, и теперь все поездки, экскурсии и прочие виды туристской деятельности становятся все более доступными и комфортными благодаря телеграмм-ботам.

Телеграмм-боты в сфере туризма – это специальные программы, которые подбирают и предлагают наиболее подходящие варианты туристских услуг. Например, можно заказать тур по маршруту, выбрать подходящий отель или курорт, забронировать билеты на различные виды транспорта и многое другое.

Также телеграмм-боты позволяют посмотреть фото и описание туристских объектов, узнать о погоде в выбранной стране, получить советы по путешествию и многое другое.

Огромным преимуществом телеграмм-ботов в сфере туризма является их доступность. Достаточно просто написать запрос, и бот мгновенно предоставит все

необходимые данные. Благодаря этому, не нужно тратить много времени и денег на поиск и сравнение туристских предложений.

Телеграмм-боты в сфере туризма – это удобный и быстрый способ получить информацию о путешествиях и выбрать наиболее подходящий для себя вариант. Они делают процесс планирования и бронирования поездок максимально простым и удобным для каждого туриста.

Хотелось бы отметить, наиболее полезные для данной сферы уже существующие боты:

- TouristBot – бот для поиска информации о городах и странах, а также бронирования отелей и билетов на самолеты.
- AirHelpBot – бот для получения компенсации за задержанные, отмененные или перенесенные рейсы.
- TripCaseBot – бот для организации путешествий: отслеживание бронирований, создание напоминаний, получение направлений.
- BookingBot – бот для поиска и бронирования гостиниц, апартаментов, хостелов и других видов размещения в любой точке мира.
- AviasalesBot – бот для поиска и сравнения цен на авиабилеты от различных авиакомпаний.
- TaxiBot – бот для заказа такси по городу или в аэропорт.
- TripMyCityBot – бот для получения информации о различных достопримечательностях и мероприятиях в выбранном городе.
- LonelyPlanetBot – бот для получения советов и рекомендаций о путешествиях и культурных мероприятиях.
- TripsByTipsBot – бот для получения рекомендаций и советов от опытных путешественников в различных городах и странах.
- TravelStokeBot – бот для нахождения мест, которые стоит посетить в любой части мира.

#### *Преимущества чат-ботов в индустрии туризма*

Сегодня чат-боты стали неотъемлемой частью предоставления услуг в индустрии туризма. Благодаря их наличию, компании могут предоставить своим клиентам более быстрый и качественный сервис. В данной статье мы рассмотрим преимущества чат-ботов в индустрии туризма.

##### *1. Круглосуточная поддержка*

Чат-бот обеспечивает круглосуточную поддержку клиентов, что позволяет сократить время ожидания ответа и улучшить качество сервиса. Клиенты могут задавать вопросы в любое время, а чат-бот автоматически отвечает на них, не требуя участия агентов.

##### *2. Сокращение времени ответа*

Благодаря чат-ботам время ответа на запросы клиентов значительно сокращается. В отличие от обычных консультантов, которые могут заняться одним клиентом за один раз, чат-бот может обрабатывать несколько запросов одновременно.

##### *3. Оптимизация работы персонала*

Использование чат-ботов помогает оптимизировать работу персонала компании. Он может заниматься обработкой повторяющихся задач, освобождая время для других заданий.

##### *4. Увеличение продаж*

Чат-боты могут помочь увеличить объем продаж, предлагая клиентам дополнительные услуги и продукты. Они могут предлагать туры, отели и другие услуги, учитывая индивидуальные потребности каждого клиента.

##### *5. Сокращение затрат*

Использование чат-ботов позволяет снизить затраты на содержание персонала, ведь он может заменять некоторые функции обычных консультантов. При этом он работает намного эффективнее и не требует отдельного рабочего места или оборудования.

Итак, использование чат-ботов в индустрии туризма имеет множество преимуществ. Они обеспечивают быстрый и качественный сервис, сокращают время ответа на запросы клиентов, помогают увеличить продажи, оптимизируют работу персонала и сокращают затраты на его содержание.

Создание чат-бота в индустрии туризма может быть сложным по нескольким причинам:

1. Необходимость интеграции с различными системами. Для создания полноценного чат бота для туризма может потребоваться интеграция с системами бронирования, с ценовыми базами, системами оплаты и т.д.
2. Учет большого объема информации. Чат бот должен иметь доступ ко всей необходимой информации о различных туристических направлениях, достопримечательностях, гостиницах, транспорте и т.д.
3. Точность и актуальность информации. Чат бот должен быть способен обновлять информацию и отвечать на вопросы туристов быстро и точно.
4. Учет различных языков и культурных привычек. Чат бот, работающий в туристической индустрии, должен быть способен работать на разных языках и учитывать культурные различия в поведении туристов из разных стран.

В последние годы чат-боты стали важным инструментом для многих компаний в туристской отрасли. Чат-боты предоставляют клиентам возможность получения информации и решения проблем в любое время суток.

Одна из главных причин, почему чат-боты стали наиболее популярным средством коммуникации в туризме, заключается в том, что они могут обрабатывать большое количество запросов в режиме реального времени.

Последние исследования показывают, что для путешественников чат-боты являются одним из самых привлекательных и удобных способов коммуникации. Они позволяют получать быстрый и качественный сервис, а также предоставляют дополнительную информацию о местах, куда путешественники планируют поездку.

Другая важная причина привлекательности чат-ботов в туризме заключается в том, что они могут сэкономить время и улучшить качество обслуживания клиентов. Чат-боты могут быть настроены на автоматическое решение типовых задач, таких как бронирование билетов на самолет, отель, аренда автомобиля и т.д.

Чат-боты также могут упростить операции перевозки и размещения. Например, они могут отправлять напоминания туристам о регистрации на рейс, сохранять информацию о бронировании и предоставлять информацию о том, что делать в случае задержки рейса.

Чат-боты оказывают весомую помощь в организации экскурсионных туров. Туристы могут задавать вопросы о местах, которые они планируют посетить, узнавать о различных местных достопримечательностях и местных традициях, а также резервировать места на экскурсиях.

В целом, чат-боты предоставляют новый способ коммуникации между компаниями и клиентами, и все больше компаний в туристской отрасли начинают использовать эту технологию, чтобы улучшить качество обслуживания и предоставить клиентам более удобную услугу.

\*\*\*

1. Лучшие боты для планирования отпуска // Botostore – URL: <https://ru.botostore.com/collections/best-bots-for-vacation/> (дата обращения: 17.09.2023).
2. Чатботы в индустрии туризма // Chatcompose – URL: <https://www.chatcompose.com/ru/tourism.html> (дата обращения: 16.09.2023).
3. Чат-боты в туризме: как улучшить обслуживание и увеличить продажи // vc.ru – URL: <https://vc.ru/talkbank/692934-chat-boty-v-turizme-kak-uluchshit-obslyuzhivanie-i-velichit-prodazhi> (дата обращения: 16.09.2023).
4. Чат-боты в туризме: успешные кейсы на российском рынке // RMAA – URL: <https://ru.russia-promo.com/rmaa-group/blog/chatbots-in-tourism-2021> (дата обращения: 16.09.2023).

**Золотарев Д.А.**

**Сравнительный анализ Apache Activemq Artemis и Rabbitmq**

*Московский Технический Университет Связи и Информатики  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-494

#### **Аннотация**

В данной статье проводится сравнительный анализ двух популярных систем сообщений: Apache ActiveMQ Artemis и RabbitMQ. Рассматриваются основные характеристики,

преимущества и недостатки каждой из систем. Кроме того, в статье описываются функциональные и нефункциональные особенности каждой из систем. Особое внимание уделяется вопросам производительности, масштабируемости, удобства использования и возможностям интеграции. Дополнительно рассматриваются основные инструменты управления и сопровождения для каждой из систем. В заключении представлены рекомендации по выбору системы в зависимости от конкретных потребностей.

**Ключевые слова:** Apache ActiveMQ Artemis, RabbitMQ, системы сообщений, производительность, масштабируемость, интеграция, сравнительный анализ.

### Abstract

The article conducts a comparative analysis of two popular messaging systems: Apache ActiveMQ Artemis and RabbitMQ. It examines the main characteristics, advantages, and disadvantages of each system. In addition, the article describes the functional and non-functional features of each of the systems. Special attention is given to issues of performance, scalability, ease of use, and integration capabilities. In addition, the main management and maintenance tools for each of the systems are considered. In conclusion, recommendations are provided on choosing a system based on specific needs.

**Keywords:** Apache ActiveMQ Artemis, RabbitMQ, messaging systems, performance, scalability, integration, comparative analysis.

### Введение:

В современном мире информационных технологий системы сообщений играют ключевую роль в обеспечении надежной и эффективной коммуникации между различными компонентами распределенных приложений. Эти системы обеспечивают гибкость, масштабируемость и устойчивость к ошибкам, что делает их неотъемлемой частью многих корпоративных инфраструктур.

Системы сообщений, также известные как "Message Brokers", представляют собой промежуточное программное обеспечение, которое обеспечивает передачу сообщений между различными приложениями, системами или компонентами. Они обеспечивают декуплинг отправителей и получателей, что позволяет системам работать независимо друг от друга. Главное преимущество использования брокеров сообщений заключается в том, что они обеспечивают асинхронную коммуникацию, что может значительно улучшить производительность и отказоустойчивость системы.

- Apache ActiveMQ Artemis — это многопоточный брокер сообщений с открытым исходным кодом, который является преемником Apache ActiveMQ. Он предоставляет высокую производительность и гибкость благодаря своей модульной архитектуре и поддержке множества протоколов.
- RabbitMQ — это популярный брокер сообщений с открытым исходным кодом, написанный на языке программирования Erlang. Он известен своей надежностью, расширяемостью и поддержкой различных протоколов сообщений.

Оба брокера имеют свои уникальные особенности и применяются в различных сценариях. В этой статье мы попробуем провести сравнительный анализ этих двух систем сообщений, чтобы помочь читателям лучше понять их различия и преимущества.

### Основные характеристики и возможности:

Apache ActiveMQ Artemis: основные характеристики, преимущества и недостатки:

Модульная архитектура: Artemis разработан с модульной архитектурой, что позволяет легко добавлять или удалять функциональные компоненты в зависимости от потребностей.

Поддержка протоколов: Artemis поддерживает множество протоколов, включая AMQP, MQTT, STOMP и JMS. Это обеспечивает гибкость при интеграции с различными системами.



Журналирование и хранение: Artemis использует журнал на основе файловой системы для хранения сообщений, что обеспечивает высокую производительность и надежность [1].

Масштабируемость: Artemis предоставляет возможности горизонтального масштабирования, позволяя объединять несколько брокеров в кластер для обработки больших объемов данных.

Преимущества:

1. Высокая производительность: благодаря своей архитектуре и оптимизации, Artemis способен обрабатывать большое количество сообщений с минимальной задержкой.
2. Гибкость: Поддержка множества протоколов и модульная архитектура делают Artemis идеальным решением для различных сценариев использования.
3. Безопасность: Artemis предоставляет множество функций безопасности, включая аутентификацию, авторизацию и шифрование.

Недостатки:

1. Сложность настройки: несмотря на гибкость, Artemis может потребовать сложной настройки, особенно в крупных и сложных средах.
2. Требования к ресурсам: В некоторых сценариях Artemis может потребовать значительных ресурсов, особенно при обработке больших объемов данных.
3. Документация: хотя документация по Artemis обширна, некоторые пользователи считают ее сложной для понимания, особенно для новичков.

Apache ActiveMQ Artemis является мощным и гибким решением для систем сообщений, но его использование может потребовать глубокого понимания и опыта для оптимальной настройки и эксплуатации.

RabbitMQ: основные характеристики, преимущества и недостатки

Язык разработки и платформа: RabbitMQ написан на Erlang, что обеспечивает высокую производительность и надежность, особенно в распределенных системах.

Поддержка протоколов: RabbitMQ изначально был разработан для AMQP, но также поддерживает другие протоколы, такие как MQTT, STOMP и HTTP через плагины.

Плагиновая архитектура: RabbitMQ предоставляет множество плагинов, которые расширяют его функциональные возможности, включая мониторинг, управление и интеграцию.

Кластеризация и балансировка нагрузки: RabbitMQ поддерживает кластеризацию для повышения доступности и производительности, а также балансировку нагрузки между узлами.

Преимущества:

1. Надежность: RabbitMQ известен своей устойчивостью и способностью восстанавливаться после сбоев [2].
2. Гибкость маршрутизации: С помощью обменников и очередей RabbitMQ предоставляет гибкие механизмы маршрутизации сообщений.
3. Масштабируемость: RabbitMQ легко масштабируется, позволяя добавлять дополнительные узлы в кластер по мере необходимости.
4. Широкое сообщество: благодаря своей популярности, RabbitMQ имеет большое и активное сообщество, что обеспечивает быстрое обнаружение и устранение ошибок, а также разработку новых функций.

Недостатки:

1. Сложность настройки: Настройка и оптимизация RabbitMQ для конкретных потребностей может быть сложной, особенно для новичков.
2. Потребление ресурсов: В некоторых конфигурациях RabbitMQ может потреблять значительное количество ресурсов, особенно памяти.
3. Долгосрочное хранение: RabbitMQ не предназначен для долгосрочного хранения сообщений, что может стать проблемой для некоторых сценариев использования.

В заключение RabbitMQ является одним из наиболее популярных и надежных брокеров сообщений на рынке. Он предлагает широкий спектр функций и возможностей, но также требует глубокого понимания для оптимальной настройки и эксплуатации.

**Производительность и масштабируемость:**

Apache ActiveMQ Artemis предоставляет выдающиеся механизмы масштабирования, что делает его одним из лидеров среди брокеров сообщений. Основываясь на своей модульной архитектуре, Artemis позволяет объединять несколько брокеров в кластер, обеспечивая горизонтальное масштабирование. Это означает, что при увеличении нагрузки можно просто добавить еще один узел в кластер, чтобы сбалансировать нагрузку и обеспечить бесперебойную работу.

Что касается производительности, то Artemis известен своей способностью обрабатывать большие объемы сообщений с минимальной задержкой. В реальных тестах производительности Artemis показал способность обрабатывать десятки тысяч сообщений в секунду на стандартном оборудовании, что делает его идеальным решением для высоконагруженных систем. Кроме того, благодаря журналированию на основе файловой системы, Artemis обеспечивает быструю и надежную доставку сообщений, даже при сбоях [3].

Максимальная производительность может варьироваться в зависимости от конфигурации, оборудования и сценария использования. Но даже при этом Artemis продолжает оставаться одним из самых производительных решений на рынке брокеров сообщений.

RabbitMQ, разработанный на языке Erlang, обладает встроенными механизмами для обеспечения высокой доступности и масштабируемости. Основной подход к масштабированию в RabbitMQ заключается в создании кластеров из нескольких узлов. Эти узлы работают вместе, чтобы обеспечить бесперебойную обработку сообщений и сбалансированное распределение нагрузки. Когда нагрузка увеличивается, к кластеру можно добавить дополнительные узлы, что позволяет системе легко адаптироваться к растущим требованиям.

В отношении производительности RabbitMQ показывает впечатляющие результаты. В определенных конфигурациях и при оптимальных условиях RabbitMQ способен обрабатывать до 20 000 сообщений в секунду на одном узле. Однако эти показатели могут варьироваться в зависимости от оборудования, конфигурации и типа сообщений. Тем не менее, благодаря оптимизациям и возможности кластеризации, RabbitMQ остается одним из предпочтительных решений для многих организаций, которые ищут надежное и масштабируемое решение для обработки сообщений.

Как и любое программное обеспечение, RabbitMQ имеет свои ограничения, и для достижения максимальной производительности может потребоваться тщательная настройка и оптимизация.

#### **Удобство использования и интеграция:**

Apache ActiveMQ Artemis предоставляет интуитивно понятный веб-интерфейс, который позволяет администраторам мониторить и управлять брокером сообщений в реальном времени. Этот интерфейс предоставляет информацию о состоянии брокера, активных соединениях, очередях и темах, а также позволяет выполнять различные операции управления.

В дополнение к веб-интерфейсу Artemis включает в себя набор инструментов командной строки, которые предоставляют гибкие возможности управления и мониторинга. Эти инструменты позволяют администраторам выполнять сложные задачи, такие как настройка кластеров, управление безопасностью и оптимизация производительности.

Что касается интеграции, то благодаря поддержке множества протоколов, таких как AMQP, MQTT и STOMP, Artemis может легко интегрироваться с различными системами и приложениями. Кроме того, Artemis предоставляет API для Java (через JMS) и других популярных языков программирования, что облегчает разработку и интеграцию приложений [4].

Apache ActiveMQ Artemis предоставляет мощные и гибкие инструменты для управления и интеграции, делая его одним из наиболее удобных в использовании брокеров сообщений на рынке.

RabbitMQ обладает веб-интерфейсом управления, который предоставляет администраторам детальный обзор состояния брокера. Через этот интерфейс можно просматривать информацию о соединениях, каналах, обменах, очередях и потребителях. Также доступны различные метрики производительности, что позволяет администраторам быстро реагировать на возможные проблемы.

Для более глубокого управления и автоматизации задач, RabbitMQ предоставляет инструменты командной строки. Эти инструменты позволяют управлять кластерами, настраивать параметры безопасности, управлять пользователями и правами доступа, а также выполнять ряд других операций.

В плане интеграции RabbitMQ предлагает широкий спектр возможностей. Благодаря поддержке протоколов, таких как AMQP, MQTT и STOMP, RabbitMQ может легко соединяться с различными системами. Кроме того, существует множество клиентских библиотек для различных языков программирования, таких как Java, Python, .NET и многих других. Это обеспечивает гладкую интеграцию с различными приложениями и платформами [5].

RabbitMQ предоставляет комплексный набор инструментов и возможностей для управления и интеграции, что делает его одним из наиболее универсальных и гибких решений в области брокеров сообщений.

#### **Заключение:**

После детального рассмотрения двух мощных систем сообщений, Apache ActiveMQ Artemis и RabbitMQ, можно сделать ряд выводов относительно их преимуществ и недостатков.

Apache ActiveMQ Artemis выделяется своей модульной архитектурой, что предоставляет высокую гибкость при интеграции с различными системами. Его производительность и механизмы масштабирования делают его идеальным выбором для высоконагруженных систем. Однако его сложность настройки может стать препятствием для тех, кто только начинает работать с системами сообщений.

RabbitMQ, написанный на Erlang, предлагает надежное и масштабируемое решение с активным сообществом и широким спектром плагинов. Его гибкость маршрутизации и возможности кластеризации делают его одним из наиболее популярных брокеров сообщений на рынке. Однако, как и Artemis, он может потребовать тщательной настройки для достижения максимальной производительности.

В зависимости от конкретных потребностей, если вам требуется высокая производительность и гибкость в интеграции с различными протоколами, Apache ActiveMQ Artemis может быть вашим выбором. Если же вам нужен надежный и проверенный временем брокер с активным сообществом и множеством плагинов, RabbitMQ, вероятно, будет лучшим решением.

В любом случае, выбор между этими двумя системами должен основываться на конкретных требованиях вашего проекта и вашем опыте работы с подобными системами.

\*\*\*

1. Van Der Voo, R. (2019). Understanding Message Brokers: RabbitMQ, Kafka, and ActiveMQ. O'Reilly Media. стр. 45–67.
2. Richardson, C. (2018). Microservices Patterns: With examples in Java. Manning Publications. стр. 112–134.
3. Poulton, D. (2020). RabbitMQ Essentials: Understanding Distributed Messaging. Packt Publishing. стр. 23–49.
4. Al-Masri, E., & Mahmoud, Q. H. (2017). Distributed Systems: An Algorithmic Approach. CRC Press. стр. 210–235.
5. Shukla, A. (2019). Mastering Apache ActiveMQ Artemis: Implementing scalable and high-performance message-driven applications. Apress. стр. 78–102.

**Казнин А.А.**

### **Смарт-контракты и их программирование с помощью языка Solidity**

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова  
(Россия, Архангельск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-495

#### **Аннотация**

Смарт-контракты могут значительно упростить бизнес-процессы за счет автоматизации многих задач, которые традиционно выполняются посредниками, а также могут обеспечить высокий уровень доверия и прозрачности в деловых отношениях. В статье исследуется актуальность применения технологии блокчейн и смарт-контрактов в бизнес-процессах организаций. В работе анализируется возможность применения смарт-контрактов в различных

областях. Кроме того, рассмотрены особенности программирования смарт-контрактов и принципы использования языка Solidity.

**Ключевые слова:** Блокчейн, смарт-контракт, программирование смарт-контрактов, Solidity.

### **Abstract**

Smart contracts can greatly simplify business processes by automating many tasks traditionally performed by intermediaries, and can also provide a high level of trust and transparency in business relationships. The article examines the relevance of using blockchain technology and smart contracts in the business processes of organizations. The paper analyzes the possibility of using smart contracts in various areas. In addition, the features of programming smart contracts and the principles of using the Solidity are considered.

**Keywords:** Blockchain, smart contract, smart contract programming, Solidity.

В современном мире, где цифровые технологии проникают во все сферы нашей жизни, актуальность смарт-контрактов становится все более очевидной. Смарт-контракты представляют собой программные коды, которые позволяют автоматизировать и гарантировать исполнение соглашений между сторонами без участия посредников. Они основаны на технологии блокчейн, что обеспечивает прозрачность и надежность процесса.

Одной из основных причин актуальности смарт-контрактов является их безопасность. Традиционные контракты могут быть подвержены мошенничеству или изменению условий, что приводит к конфликтам и судебным разбирательствам. Смарт-контракты, написанные на блокчейне, не могут быть изменены без согласия всех сторон, что обеспечивает надежность и доверие между ними. [1-3]

Кроме того, смарт-контракты позволяют существенно сократить время и затраты на заключение и исполнение соглашений. Вместо того, чтобы обращаться к юристам и нотариусам, стороны могут автоматически выполнять условия контракта, что экономит время и деньги. Блокчейн обеспечивает прозрачность и доступность информации, что позволяет сторонам легко отслеживать выполнение контрактных обязательств.

Наконец, смарт-контракты могут быть особенно полезны в условиях пандемии и социальной дистанции. Они позволяют сторонам заключать и исполнять контракты удаленно, без необходимости личного контакта. Это особенно важно для бизнеса, который сталкивается с ограничениями и проблемами во время пандемии.

Таким образом, актуальность смарт-контрактов в современном мире очевидна. Они обеспечивают безопасность, экономию времени и денег, а также применимы в различных отраслях. В условиях цифровой трансформации и развития технологий блокчейн, смарт-контракты являются неотъемлемой частью будущего бизнеса и законодательства.

Применение смарт-контрактов возможно в различных областях, например:

1. Финансовые услуги

Смарт-контракты могут использоваться для автоматизации финансовых операций, таких как переводы средств, выпуск цифровых активов и управление инвестициями.[3]

2. Логистика и поставки

Смарт-контракты могут обеспечить прозрачность и автоматизацию процессов в сфере логистики и поставок, отслеживая перемещение товаров и автоматически выполняя платежи при достижении определенных условий.

3. Интеллектуальная собственность

Смарт-контракты могут использоваться для защиты и управления правами интеллектуальной собственности, таких как авторские права и патенты.

Далее рассмотрены основные принципы программирования смарт-контрактов:

1. Прозрачность и безопасность

Смарт-контракты должны быть написаны таким образом, чтобы их код был понятен и проверяем. Критические функции должны быть защищены от возможных уязвимостей и атак.

2. Разделение ответственности

Каждый смарт-контракт должен выполнять только одну функцию или набор связанных функций. Это позволяет легко отслеживать и проверять работу контракта.

3. Управление ресурсами

Смарт-контракты должны эффективно управлять ресурсами, такими как газ (единица измерения для оплаты транзакций на блокчейне) и память. Неправильное использование ресурсов может привести к высоким комиссиям и низкой производительности. [4]

Для программирования смарт-контрактов существует несколько популярных языков, таких как Solidity, Vyper и Serpent. Solidity - самый распространенный язык, который используется на платформе Ethereum. Он предоставляет разработчикам мощные инструменты для создания децентрализованных приложений и управления цифровыми активами. [5,6]

Основные принципы использования языка Solidity и его ключевые возможности:

Синтаксис и основные конструкции языка

Solidity имеет синтаксис, похожий на язык программирования JavaScript, что делает его относительно легким в изучении и использовании. Он поддерживает различные типы данных, такие как целые числа, строки, массивы и структуры данных. Кроме того, Solidity предоставляет возможность использования условных операторов, циклов и функций для создания гибких и мощных смарт-контрактов.

Управление состоянием и функции

В языке Solidity смарт-контракты могут иметь переменные состояния, которые сохраняют данные на блокчейне. Эти переменные могут быть общедоступными или закрытыми, в зависимости от требований проекта. Кроме того, Solidity позволяет определять функции, которые могут изменять состояние контракта и выполнять различные операции. Функции могут быть публичными, приватными или внутренними, в зависимости от их доступности и использования.

Обработка событий

Solidity поддерживает механизм обработки событий, который позволяет контракту взаимодействовать с внешними системами и передавать информацию о событиях, происходящих в контракте. Это может быть полезно для отслеживания и регистрации определенных действий или изменений состояния контракта.

Управление контрактами и наследование

Solidity позволяет разработчикам создавать и управлять несколькими контрактами в рамках одного проекта. Контракты могут быть связаны между собой с помощью наследования, что позволяет повторно использовать код и снижает сложность разработки. Это особенно полезно при создании сложных смарт-контрактов с различными функциями и возможностями.

Тестирование и отладка

Solidity предоставляет инструменты для тестирования и отладки смарт-контрактов. Разработчики могут использовать специальные фреймворки, такие как Truffle или Remix, для создания и запуска тестовых сценариев и проверки правильности работы контракта.

Программирование смарт-контрактов является важной областью развития блокчейн-технологий. Они предоставляют возможность создания децентрализованных приложений, которые обеспечивают безопасность и прозрачность операций. Понимание основных принципов программирования смарт-контрактов и их применение в различных областях может быть полезным для разработчиков и предпринимателей.

Использование языка Solidity является неотъемлемой частью разработки смарт-контрактов на платформе Ethereum. Он предоставляет разработчикам мощные инструменты для создания децентрализованных приложений и управления цифровыми активами. Понимание

основных принципов использования Solidity и его ключевых возможностей может быть полезным для разработчиков, желающих создавать инновационные и безопасные смарт-контракты.

\*\*\*

1. Трунцевский, Ю.В. Смарт-контракт: от определения к определенности // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2020. С. 118-147.
2. Сажина, М. А. Блокчейн в системе управления знанием : монография / М.А. Сажина, С.В. Костин. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 90 с.
3. Рождественская, Т.Э. Блокчейн в платежных системах, цифровые финансовые активы и цифровые валюты : учебное пособие для магистратуры / Т.Э. Рождественская, А.А. Ситник. — Москва : Норма : ИНФРА-М, 2023. — 128 с.
4. Ритешь, М. Основы программирования Solidity: руководство по созданию смарт-контрактов и токенов с использованием широко используемого языка Solidity / Ритешь Модри — Packt Publishing Ltd, 2022. — 412 с.
5. Фролов, А.В. Создание смарт-контрактов Solidity для блокчейна Ethereum. Практическое руководство. / А.В. Фролов — Москва : Литрес, 2019. — 240 с.
6. Антонопулос, А.М. Осваиваем Ethereum: создание смарт-контрактов и децентрализованных приложений // пер. с англ. Райтман М.А., Власова А.В., под науч. ред. Власова А. — Москва: ЭКСМО (издательство «Бомбора»), 2021. — 512 с.

**Карпов Д.К.**

### **Проверка текстовых заданий с помощью больших языковых моделей**

*Московский Государственный Технический  
Университет имени Н. Э. Баумана,  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-496*

#### **Аннотация**

**Постановка проблемы.** При любом опыте работы с большими объемами текстовых данных внимание человека склонно рассеиваться, что может повлечь за собой ошибки. Однако, например, при проверке преподавателем ответов на вопросы контрольной работы, ошибки в оценивании правильности этих ответов крайне нежелательны. В таком случае будет крайне эффективно использование средств автоматической проверки ответов.

**Цель.** Определение оптимального набора методов позволяющего пользователям интернета производить проверку развернутых ответов на абстрактный вопрос вне зависимости от темы и языка.

**Практическая значимость.** Исследование на тему «Проверка текстовых заданий с помощью больших языковых моделей» посвящено подбору подходящей технологии, позволяющих упростить процесс проверки и оценки развернутых ответов на вопросы.

**Ключевые слова:** Large Language Model, Neural Network, GPT, Testing, NER.

#### **Abstract**

**Problem statement.** With any experience working with large amounts of text data, a person's attention tends to dissipate, which can lead to errors. However, for example, when the teacher checks the answers to the questions of the control work, errors in assessing the correctness of these answers are extremely undesirable. In this case, the use of automatic response verification tools will be extremely effective.

**Goal.** Determining the optimal set of methods that allows Internet users to check detailed answers to an abstract question, regardless of the topic and language.

**Practical significance.** The research on the topic "Checking text tasks using large language models" is devoted to the selection of suitable technology to simplify the process of checking and evaluating detailed answers to questions.

**Keywords:** Large Language Model, Neural Network, GPT, Testing, NER.

## ВВЕДЕНИЕ

Из года в год нагрузка на педагогов среднеобразовательных, среднеспециальных и высших учебных заведений неумолимо растет, при этом стандарты качества знаний постоянно повышаются. Как результат, для выстраивания более гибкого и точного образовательного процесса, преподаватель должен регулярно проводить срезы знаний среди обучающихся, однако, точно, качественно и объективно проверить большое количество работ с развернутыми ответами на вопросы не всегда представляется возможным ввиду нехватки времени.

Без сомнений, машинная проверка таких ответов может значительно облегчить и ускорить работу преподавателя. К сожалению, на данный момент, согласно исследованиям, количество существующих сервисов, которые позволяют проверить именно развернутые ответы на вопросы вне зависимости от языка и контекста – невелико.

Всё перечисленное выше обосновывает актуальность исследования технологий, которые позволят реализовать сервис по проверке текстовых заданий.

## Методы

В эпоху стремительного развития цифровых технологий разработки в области искусственного интеллекта и их дальнейшее внедрение приобретает все большие масштабы. Одним из наиболее востребованных направлений в области искусственного интеллекта последнее время становятся большие языковые модели (Large Language Model, LLM).

Большие языковые модели — это нейросетевые модели, использующие алгоритмы машинного обучения, позволяющие обобщать, прогнозировать, генерировать человеческие языки на основе больших наборов текстовых данных [1]. Принцип работы таких моделей основан на определении вероятностного сочетания слов и их значений в заданном контексте с использованием определенных алгоритмов вычислений.

В настоящее время основное применение LLM находят в чат-ботах, написании статей, маркетинговых текстов, электронных писем, переводах текстов, используются поисковыми системами и т.д [7].

К наиболее известным LLM относят:

- GPT-3 (производитель – OpenAI). Является одной из крупнейших языковых моделей, обученной на огромном количестве разнообразных наборов данных и 175 млрд параметров. Модель умеет писать тексты (статьи, стихи и т.д.), переводить, отвечать на вопросы по тексту.
- LaMDA (производитель – Google). Относится к разговорным нейросетевым моделям. Построенная на архитектуре transformer и обученная также на текстовых наборах данных модель способна вести диалог.
- BERT (производитель – Google). Данная нейросетевая модель в большей степени используется в поисковых запросах. Модель обучена в целях увеличения эффективности процесса понимания контекста запроса пользователя для выдачи релевантного результата. Архитектура модели transformer.
- BLOOM (Исследовательская группа BigScience). На текущий момент является самой большой многоязычной нейросетевой моделью. Обученная на огромных объемах текстовых данных и 176 млрд параметров с использованием вычислительных ресурсов промышленного масштаба модель способна генерировать текст на 46 языках и 13 языках программирования.

Стоит отметить, что технологии искусственного интеллекта в области LLM в РФ также не стоят на месте, хотя темпы их развития несколько отстают от зарубежных. Так, компания Яндекс летом прошлого года анонсировала выход собственной языковой модели YaLM 100B — нейросеть для генерации и обработки текстов на русском и английском языках. Модель содержит 100 млрд. параметров и является самой большой из существующих для русского языка. В ходе обучения YaLM 100B обработала около 2 ТБ текстов из наборов данных и интернета на английском и русском языках. Яндекс уже использует данную модель в более чем 20 проектах.

Исходя из всего вышеупомянутого, имеет смысл попробовать использовать LLM модели для решения проблемы проверки текстовых заданий.

GPT модели, как решение проблемы проверки текстовых заданий.

Для решения проблемы проверки текстовых заданий было принято решение использовать модели GPT: RuGpt от Сбера, самую актуальную версию GPT по api и с портала openai, а также GPT 3 и GPT 3.5.

Первым делом, опробуем самую свежую версию - GPT 4. Для этого, на портале [4] генерим api-ключ, а потом передаем его телеграмм-боту, созданному при помощи BotFather.

После проведения всех этих манипуляций имеем вмонтированную в телеграмм последнюю версию gpt представленную на рисунке 1. У нее сходу заметны следующие недостатки:

- англоязычный интерфейс «из коробки»;
- решение не позволяет использовать предобученную нейросеть бесплатно, а требует оплаты в долларовом эквиваленте. Такой вариант нас не устраивает.

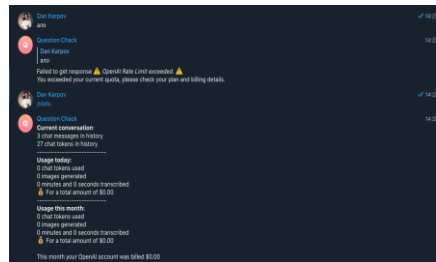


Рисунок 1. Чат-бот с GPT4.

Теперь рассмотрим русскоязычный аналог, представленный Сбером. Как пишет производитель «RuGPT-3 умеет писать тексты на русском языке: например, может продолжить за вас историю, написать отзыв о продукте или твит» [2].

Нейросеть обучена на русскоязычных текстах разных стилей: на энциклопедиях, социальных сетях, художественной и бизнес-литературе. С помощью такой модели можно выстроить с нуля даже рекомендательную систему — попробуйте продолжить с помощью модели фразу «Физик Максим, 28 лет, больше всего любит фильмы» [3]. Инструкция по установке и использованию представлена на официальном гитхабе проекта [8].

После проведения всех этих манипуляций имеем вмонтированную в телеграм русскоязычную версию gpt отечественного производителя. У нее сходу заметны следующие преимущества по сравнению с предыдущей:

- русскоязычный интерфейс «из коробки»;
- решение сразу информирует о всех возможностях модели.
- Однако, после недолгого использования данной модели представленной на рисунке 2, были выявлены следующие недостатки:
- модель заточена на генерацию текстов - при запросе на проверку ответа на вопрос, модель всегда старается как-то продолжить фразу, но не проверяет ответ.
- модель старается продолжить фразу на основе данных из сети интернет, в результате чего могут появиться и какие-то не совсем уместные диалоги.

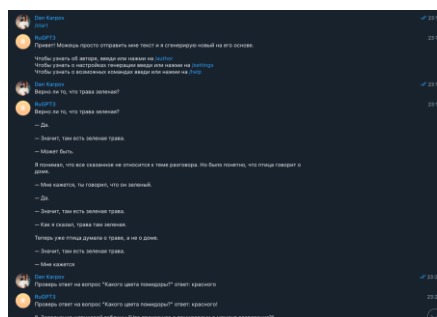


Рисунок 2. Чат-бот с RuGPT.



Теперь рассмотрим классическую GPT-3, представленную в 2020 году и находящуюся в данный момент в открытом доступе абсолютно бесплатно. GPT-3 может по введенному тексту угадать, чего от нее ждут. Например, закончить известную фразу, продолжить логический ряд из названий рок-групп. Она умеет писать неотличимые (ну или почти) от человеческих тексты. Контекст алгоритма выходит за рамки того текста, который предлагает ей пользователь. При генерации ответа GPT-3 использует все материалы, которые прочитала в интернете. Поэтому она может написать развернутое эссе, даже если пользователь ввел лишь одно слово.

Опыт использования модели GPT-3 изображенный на рисунке 3 позволил выявить важный, в рамках проводимого исследования недостаток: модель действительно использует материалы, которые она «прочитала» в интернете, поэтому порой она может ошибаться, как и человек не находящийся в контексте обсуждаемой темы. Также стоит отметить, что модель, как и RuGPT, делает упор на генерацию текста, а не на осмысленную проверку, как результат – нейросеть будет стараться рассуждать сама, а не удовлетворять точный запрос пользователя о проверке ответа на вопрос.

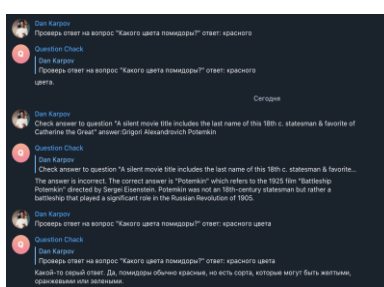


Рисунок 3. Чат-бот с GPT 3.

Наконец рассмотрим GPT-3.5, улучшенную версия GPT-3, выпущенную в 2022 году. GPT-3.5 имеет 6,5 млрд параметров, что на 2,5 млрд больше, чем у GPT-3. Это значительное увеличение параметров дало модели существенный прирост в ее возможностях. Чат GPT может генерировать тексты высокого качества, которые могут быть использованы для создания контента, ответов на вопросы и многое другое. Кроме того, GPT-3.5 улучшает машинный перевод благодаря улучшенным механизмам контроля качества перевода [5].

Краткий опыт использования модели GPT-3.5 представленный на рисунке 4 позволил оценить способности данной модели: модель отлично справляется с поставленной задачей проверять ответы на вопросы. Особым достоинством является то, что модель способна проверять ответы на вопросы как на русском, так и на английском языках. Для более точной оценки работы модели проверим ее на большом наборе данных.

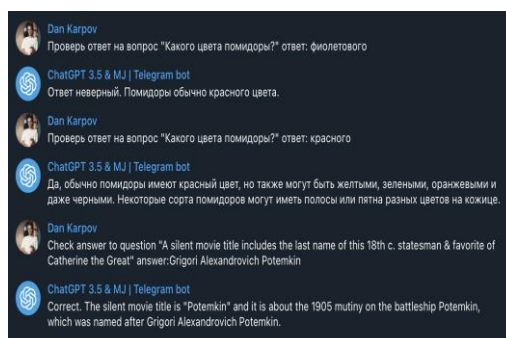


Рисунок 4. Чат-бот с GPT 3.5.

Также будет неправильно не рассмотреть непосредственно саму сетку GPT, представленную на официальном сайте [4], опыт использования которой представлен на рисунке 5. Там в бесплатном доступе пользователям предоставлена модель GPT-3.5, но за дополнительную плату можно получить доступ и к модели GPT-4. Среди проблем предоставляемой там модели является ее труднодоступность: для того, чтобы попасть на сайт

необходим аккаунт с нероссийскими данными, а также VPN. Что касается поставленной задачи, модель работает, как и GPT-3.5 рассмотренная ранее, однако иногда может ошибаться или не до конца входить в контекст запроса на русском языке, так как модель сама по себе работает на английском, а запросы на русском сама переводит, а затем обрабатывает.

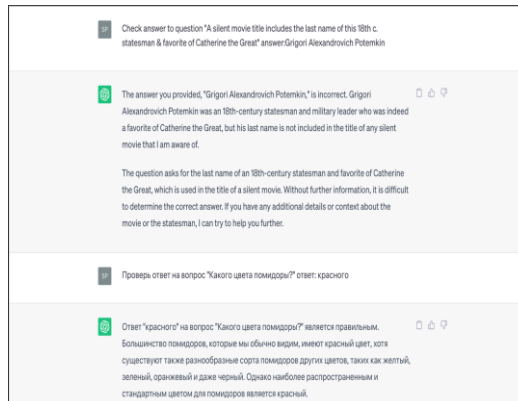


Рисунок 5. Чат GPT 3.5 с оригинального портала.

### Эксперимент

Для полноценного исследования был найден датасет с вопросами и правильными ответами на них, а именно «200,000+ Jeopardy!» - CSV-файл, содержащий 216 930 вопросов, ответов и других данных игры Jeopardy [Таблица 1]. «Jeopardy!» — американская телевизионная игра-викторина. Суть игры заключается в том, что участники отвечают на вопросы из области общих знаний: каждый вопрос представлен в виде утверждения о некоем предмете, а игрок должен дать свой ответ в форме вопроса, назвав искомый предмет.

Рассмотрим теперь структуру датасета: в нем шесть колонок – номер шоу, дата выхода шоу, название раунда, категория вопроса, сумма выигрыша за ответ на вопрос, непосредственно сам вопрос и правильный ответ [6]. Непосредственно для проведения эксперимента, нас будут интересовать поля Категория, Вопрос и Ответ. Вопросы и верные ответы для них мы будем переформулировать в формат «Check answer to question "A silent movie title includes the last name of this 18th c. statesman & favorite of Catherine the Great" answer:Grigori Alexandrovich Potemkin». Категория будет позволять нам собирать и систематизировать статистику результатов оценки ответов на вопросы.

Чтобы достоверно проверить работу моделей будем проверять ее не только на предмет проверки правильности ответа на поставленный вопрос, но еще и на выявление неправильных ответов. Для этого на вопросы представленные в вышеупомянутом датасете будем давать заведомо неверные ответы, например: «Check answer to question "A silent movie title includes the last name of this 18th c. statesman & favorite of Catherine the Great" answer:Vladimir Putin».

Таблица 1

«Структура датасета Jeopardy».

	Show Number (Номер шоу)	Air Date (Дата эфира)	Round (Раунд)	Category (Категория)	Value (Приз)	Question (Вопрос)	Answer (Ответ)
--	-------------------------	-----------------------	---------------	----------------------	--------------	-------------------	----------------

	Show Number (Номер шоу)	Air Date (Дата эфира)	Round (Раунд)	Category (Категория)	Value (Приз)	Question (Вопрос)	Answer (Ответ)
0	4680	2004-12-31	Jeopardy!	HISTORY	\$200	For the last 8 years of his life, Galileo was ...	Copernicus
1	4680	2004-12-31	Jeopardy!	ESPN's TOP 10 ALL-TIME ATHLETES	\$200	No. 2: 1912 Olympian; football star at Carlisl...	Jim Thorpe
2	4680	2004-12-31	Jeopardy!	EVERYBODY	\$200	The city of Yuma	Arizona

				TALKS ABOUT IT...		in this state has a record av...	
...	...	...	...	...	...	...	...
98	5957	2010-07-06	Double Jeopardy!	SCIENCE CLASS	\$1200	The wedge is an adaptation of the simple machi...	plane
99	5957	2010-07-06	Double Jeopardy!	KIDS IN SPORTS	\$1200	With a mighty leap of 5'1", David Mosely set t...	the high jump

### Обсуждение

Рассмотрим результаты апробации модели GPT 3.5 на 1000 англоязычных вопросах из вышеупомянутого датасета, примеры вопросов изображены на рисунке 7. Среди тестовых данных будем использовать 500 верных ответов и 500 ошибочных. Результаты апробации представлены в Таблице 2:

Таблица 2

«Результаты апробации модели GPT 3.5 на вопросах викторины Jeopardy!».

	Успешно проверенные вопросы	Проверки с ошибкой	Точность
<b>Правильные ответы на вопросы</b>	492/500	8/500	98,4%
<b>Неправильные ответы на вопросы</b>	489/500	11/500	97,8%

Таким образом, с точностью 98,4% модель GPT 3.5 справляется с проверкой развернутых ответов на вопросы, если в ответе нет ошибок. Если же ответ на вопрос неверный, то модель находит ошибку и правильно ее исправляет в 97,8% случаев.

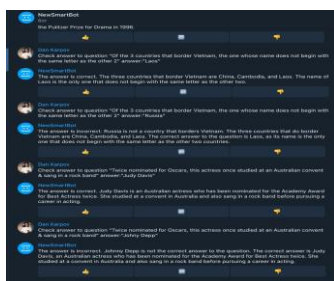


Рисунок 7. Результаты апробации модели GPT 3.5.

### Заключение

В результате проделанной работы:

- был проведен анализ больших языковых моделей с точки зрения проблемы проверки текстовых заданий;
- были изучены имеющиеся GPT модели на предмет их пригодности для проверки расширенных ответов на вопросы;
- была проведена апробация модели на наборе данных с англоязычными вопросами. На основе результатов апробации, можно сделать вывод, что с точностью 98,4% модель GPT 3.5 справляется с проверкой развернутых ответов на вопросы, если в ответе нет ошибок. Если же ответ на вопрос неверный, то модель находит ошибку и правильно ее исправляет в 97,8% случаев.

\*\*\*

1. Научно-технический центр ФГУП «Главный радиочастотный центр». [Электронный ресурс] // [https://rdc.grfc.ru/2022/11/large\\_language\\_model\\_review/](https://rdc.grfc.ru/2022/11/large_language_model_review/) (дата обращения: 11.04.2023).

2. О модели RuGPT-3 для разработчиков [Электронный ресурс] // <https://developers.sber.ru/portal/products/rugpt-3?attempt=1> (дата обращения: 22.04.2023).
3. Краткий экскурс в ruGPT-3. Инструкция и демонстрация. [Электронный ресурс] // <https://habr.com/ru/articles/589663/> (дата обращения: 23.04.2023).
4. Официальный сайт OpenAI.com [Электронный ресурс] // <https://openai.com/product> (дата обращения: 23.04.2023).
5. Сравнение GPT-3.5 и GPT-4: различия и перспективы развития. [Электронный ресурс] // <https://gpt-chatbot.ru/sravnenie-gpt-3-5-i-gpt-4> (дата обращения: 23.04.2023).
6. 200,000+ Jeopardy! Questions. [Электронный ресурс] // <https://www.kaggle.com/datasets/tunguz/200000-jeopardy-questions> (дата обращения: 30.04.2023).
7. Большие языковые модели (LLM). [Электронный ресурс] // <https://www.nvidia.com/ru-ru/deep-learning-ai/solutions/large-language-models/> (дата обращения: 30.04.2023).
8. Официальный github проекта ruGPT. [Электронный ресурс] // (дата обращения: 30.04.2023).

**Кольева Н.С., Шемакин В.В.**

**Интеграция веб-программирования и дополненной реальности для  
усовершенствования пользовательских интерфейсов**

*Уральский государственный экономический университет  
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-497

**Аннотация**

Интеграция веб-программирования и дополненной реальности – инновационный подход, способствующий усовершенствованию пользовательских интерфейсов. В данной статье исследуется слияние данных ключевых технологий, обсуждаются их основные концепции, приводятся примеры успешного использования и рассматриваются технические аспекты.

**Ключевые слова:** Интеграция, веб-программирование, дополненная реальность (AR), пользовательские интерфейсы.

**Abstract**

Integrating web programming and augmented reality is an innovative approach that improves user interfaces. This article explores the convergence of these key technologies, discusses their underlying concepts, provides examples of successful use, and reviews technical aspects.

**Keywords:** Integration, web programming, augmented reality (AR), user interfaces.

Интеграция веб-программирования и дополненной реальности представляет собой процесс соединения веб-технологий с AR-технологиями, с целью создания уникальных и интерактивных пользовательских интерфейсов. Эта интеграция позволяет веб-приложениям и веб-сайтам взаимодействовать с реальным миром и предоставлять информацию в контексте окружающей среды пользователя. Соединение веб-программирования и AR обычно происходит через использование специализированных библиотек и фреймворков, которые позволяют встраивать AR-возможности в веб-приложения.

Примеры успешных проектов, использующих эту интеграцию:

1. Pokemon GO: Pokemon GO – это одна из самых популярных AR-игр, где игроки исследуют физический мир, чтобы ловить виртуальных покемонов на своих мобильных устройствах.
2. Snapchat и Instagram AR-фильтры: Обе популярные социальные сети внедрили AR-фильтры, которые позволяют пользователям добавлять виртуальные элементы к своим фотографиям и видео, создавая разнообразные эффекты и интерактивные возможности.
3. AR для медицины: В медицинской сфере AR используется для тренировки хирургов, визуализации медицинских данных и симуляции процедур.

4. Образовательные приложения: Существуют образовательные приложения, использующие интеграцию веб-программирования и AR для обучения и создания интерактивных уроков [1].

Данные проекты демонстрируют разнообразные способы использования интеграции веб-программирования и дополненной реальности. Они подтверждают, что данное взаимодействие обогащает пользовательский опыт и может быть применено в различных сферах, включая розничную торговлю, развлечения, образование и медицину.

Интеграция веб-программирования и дополненной реальности (AR) принесла с собой значительные преимущества для пользовательских интерфейсов (UI) и пользовательского опыта (UX). Рассмотрим, как данное слияние технологий улучшает UX и UI, а также какие преимущества оно приносит в визуальном и интерактивном опыте для пользователей:

1. Улучшенная визуализация и взаимодействие: Интеграция AR позволяет визуализировать данные и информацию в контексте реального мира. Пользователи могут видеть виртуальные объекты, информацию и навигационные подсказки в окружении, что облегчает понимание и взаимодействие.
2. Расширенные возможности навигации: Приложения, интегрированные с AR, могут предоставлять пользовательскую навигацию в реальном времени, отображая направления и маршруты прямо на экране смартфона или очков. Это значительно упрощает ориентацию в незнакомых местах.
3. Повышение вовлеченности: AR обогащает интерфейс виртуальными элементами, такими как 3D-модели, анимации и интерактивные объекты, что делает приложения более увлекательными и привлекательными для пользователей.
4. Персонализация и контекстная информация: Интеграция с AR позволяет предоставлять контекстно-зависимую информацию, что делает пользовательский опыт более персонализированным и полезным.
5. Улучшенное обучение и образование: В сфере образования AR может создавать интерактивные учебные сценарии, что существенно повышает эффективность обучения.
6. Визуальное обогащение: AR способствует визуальному обогащению реального мира, добавляя к нему виртуальные элементы, которые могут быть информативными, декоративными или развлекательными.
7. Интерактивность и удобство использования: Интеграция веб-программирования и AR создает более интерактивные и интуитивные пользовательские интерфейсы, что способствует улучшению удобства использования приложений и веб-сайтов.
8. Повышенное вовлечение в маркетинге: В маркетинге AR может использоваться для создания интерактивных рекламных кампаний, что привлекает внимание и усиливает взаимодействие с брендами и продуктами [2-4].

Интеграция веб-программирования и дополненной реальности значительно обогащает пользовательские интерфейсы и открывает новые возможности для улучшения пользовательского опыта. Эти преимущества делают данную интеграцию востребованной в различных областях, от розничной торговли до медицины и образования.

Интеграция веб-программирования и дополненной реальности (AR) требует использования специализированных технологий и инструментов. Представим некоторых из них:

1. Веб-технологии. Для начала работы с интеграцией веб-программирования и AR, потребуются веб-технологии: HTML/CSS и JavaScript.
2. AR-платформы и библиотеки: AR.js и ARCore и ARKit.

3. Маркеры и распознавание – визуальные элементы, которые используются для определения местоположения и ориентации AR-контента.
4. 3D-моделирование и графика.

Данные примеры и инструменты считаются отправной точкой для интеграции веб-программирования и AR. Интеграция веб-программирования и дополненной реальности (AR) является ключевым направлением в развитии технологий и пользовательских интерфейсов.

Приведем прогнозы будущего развития данной технологии:

1. Образование. Учреждения и педагоги будут использовать AR для создания интерактивных учебных материалов и повышения вовлеченности учащихся.
2. Медицина: AR будет широко использоваться для хирургической подготовки, диагностики и визуализации медицинских данных, что улучшит точность и результаты лечения.
3. Маркетинг и розничная торговля.
4. Улучшение технических аспектов. Более точное распознавание, что позволит AR точнее взаимодействовать с окружением.
5. Виртуальная и дополненная реальность в симбиозе позволяет пользователям погружаться в виртуальные миры и одновременно взаимодействовать с физическим окружением.
6. Приватность и безопасность. С расширением использования AR в повседневной жизни возникают вопросы о приватности и безопасности данных. Необходимы строгие нормативы и меры безопасности.
7. Инфраструктура и доступность.
8. Обучение и обучающие ресурсы. Для успешной интеграции необходимо большое количество квалифицированных разработчиков, что может вызвать дефицит на рынке труда.
9. Совместимость и стандарты. Необходимы единые стандарты и совместимость между устройствами и платформами.
10. Зависимость от устройств. В развитии AR сильно зависим от аппаратной базы и мощности устройств, поэтому прогнозирование развития технологии также связано с развитием аппаратных компонентов.
11. Искусственный интеллект и машинное обучение. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения в комбинации с AR может стать следующим этапом развития. Эти технологии могут помочь семантическому пониманию окружающего мира и повысить качество взаимодействия [4-6].

Таким образом, интеграция веб-программирования и дополненной реальности (AR) открывает уникальные перспективы для улучшения пользовательских интерфейсов и обогащения опыта пользователей. Данный инновационный симбиоз технологий соединяет виртуальный и реальный миры, предоставляя уникальные интерактивные возможности. Технические аспекты интеграции включают веб-технологии, AR-платформы и маркеры, предоставляя инструменты для создания удивительных визуальных и интерактивных интерфейсов.

\*\*\*

1. Лукин В.Н., Дзюбенко А.Л., Чечиков Ю.Б. Подходы к разработке пользовательского интерфейса // Программирование. 2020. № 5. С. 16-24..
2. Магомедов М.Р. Веб-программирование // В сборнике: Концепции устойчивого развития науки в современных условиях. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: в 3 ч. 2018. С. 179-181.
3. Кольева Н.С., Даниелян А.С. Перспективы использование VR/AR технологий в металлургии // В сборнике: Цифровая трансформация общества и информационная безопасность. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Отв. за выпуск А.Ю. Коковихин, отв. редактор М.А. Панов. Екатеринбург, 2023. С. 84-88.

4. Бевзенко С.А. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в разработке программного обеспечения // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 187-191.
5. Kornova O.L., Aitymova A.M., Abildinova G.M. System analytics of data redundancy of corporate information systems using the theory of symmetry // Цифровые модели и решения. 2023. Т. 2, № 3. С. 51–60. DOI: 10.29141/2949-477X-2023-2- 3-4. EDN: DPVJWP.
6. Назаров А.Н., Нгуен С.Т., Чан М.Х. Моделирование информационных атак и оценки защищенности объектов риска // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 8. С. 69-78.

**Коновалов Г.Г.**

## Создание сервиса сокращения ссылок на языке Java с использованием фреймворка Spring 5

*Волгоградский государственный университет  
(Россия, Волгоград)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-498*

### **Аннотация**

Данная статья предоставляет полный обзор процесса создания сервиса сокращения ссылок на языке Java с использованием фреймворка Spring 5. Подробно рассмотрен каждый этап: от разработки модели хранения данных, бизнес-логики, RESTful API до обеспечения безопасности и тестирования. Кроме того, также затронуты вопросы оптимизации и масштабирования приложения, а также даны рекомендации для дальнейшей успешной разработки и обслуживания.

**Ключевые слова:** сервис сокращения ссылок, Java, Spring 5, RESTful API, безопасность, тестирование, оптимизация.

### **Abstract**

This article provides a complete overview of the process of creating a link shortening service in Java using the Spring 5 framework. Each stage is discussed in detail: from developing a data storage model, business logic, RESTful API to ensuring security and testing. In addition, issues of optimization and scaling of the application are also touched upon, as well as recommendations for further successful development and maintenance are given.

**Keywords:** link shortening service, Java, Spring 5, RESTful API, security, testing, optimization.

Сервисы сокращения ссылок стали неотъемлемой частью современного веба. Они позволяют пользователям преобразовывать длинные и громоздкие URL-адреса в короткие и удобные ссылки, что улучшает удобство обмена и распространения информации в интернете.

Создание нового проекта Spring – первый шаг в разработке сервиса сокращения ссылок. Spring Boot предоставляет удобное средство для инициализации проекта с минимальными усилиями. Здесь можно воспользоваться Spring Initializr, онлайн-инструментом от Spring, чтобы быстро создать начальную структуру проекта с необходимыми зависимостями.

На этом этапе также следует определить основные параметры проекта, такие как название и пакеты, а также выбрать используемую систему управления базами данных (например, MySQL или PostgreSQL), если она будет использоваться. После завершения инициализации проекта будет готова основа для дальнейшей разработки сервиса сокращения ссылок, и необходимо перейти к следующему этапу – созданию модели данных.

Создание модели данных – один из первостепенных этапов разработки сервиса сокращения ссылок. На этом этапе определяем структуру данных, которые будут храниться в нашем приложении, а также способы их взаимодействия с базой данных. Для создания модели данных в сервисе сокращения ссылок с использованием Java и Spring 5, выполняем следующие ключевые задачи:

#### Определение сущностей (ссылок)

Сначала определяем, какие сущности будут представлены в нашем приложении. В контексте сервиса сокращения ссылок, основной сущностью является, конечно же, сама ссылка. Однако, помимо длинной и короткой ссылки, сущность ссылки может также включать метаданные, такие как дата создания, количество переходов по ссылке и другие параметры, важные для бизнес-логики.

Создание базы данных и таблицы для хранения ссылок

Для хранения данных о ссылках необходимо настроить базу данных. Необходимо выбрать одну из популярных СУБД, таких как MySQL, PostgreSQL, или H2, и создать базу данных, в которой будет храниться информация о ссылках. С использованием Spring Data JPA следует определить сущности и их атрибуты с помощью аннотаций Java, что упростит создание и обновление таблиц в базе данных.

Описание ORM (Object-Relational Mapping) с использованием Spring Data JPA

Spring Data JPA предоставляет мощное средство для описания отображения между объектами в Java и записями в базе данных. ORM позволяет нам работать с данными, как если бы они были объектами Java, а не записями в таблицах базы данных. Это делает взаимодействие с базой данных более удобным и абстрагирует нас от деталей SQL.

В рамках модели данных для сервиса сокращения ссылок будем использовать Spring Data JPA для создания сущности «Ссылка» (Link), аннотировать её атрибуты (например, URL, дата создания) и определять методы для взаимодействия с базой данных (создание, чтение, обновление, удаление записей).

После успешного создания модели данных следует перейти к реализации бизнес-логики для создаваемого сервиса.

Одним из ключевых функциональных элементов сервиса сокращения ссылок является генерация уникальных и коротких кодов для длинных URL-адресов. Эти короткие коды позволяют пользователям быстро и удобно обращаться к исходным длинным ссылкам. На этом этапе потребуется разработать алгоритм генерации коротких кодов и логику для их сохранения в базе данных. Пользователи создаваемого сервиса должны иметь возможность вводить короткие коды и получать перенаправление на соответствующие длинные URL. Здесь необходимо реализовать механизм поиска в базе данных по коротким кодам и правильное перенаправление пользователя на исходные URL.

Эффективная реализация бизнес-логики является ключевой частью разработки сервиса сокращения ссылок. При этом Spring 5 предоставляет множество инструментов для упрощения этого процесса, включая удобное управление транзакциями, обработку HTTP-запросов и многое другое. Разработка бизнес-логики – это неотъемлемая часть создания полноценного сервиса сокращения ссылок, и она будет служить основой для следующего этапа, а именно создания RESTful API.

Создание RESTful API является важным этапом в разработке сервиса сокращения ссылок. RESTful API позволяет внешним клиентам взаимодействовать с вашим сервисом, сокращая и раскрывая ссылки. Для создания RESTful API в Spring 5, необходимо определить контроллеры, которые будут обрабатывать HTTP-запросы и устанавливать маппинги URL для этих контроллеров. Контроллеры обрабатывают запросы от клиентов и возвращают соответствующие ответы.

API для сервиса сокращения ссылок должен предоставлять эндпоинты для сокращения длинных URL и раскрытия коротких кодов в исходные ссылки. Эти эндпоинты могут использовать HTTP-методы, такие как POST и GET.

При обработке HTTP-запросов контроллеры должны выполнять бизнес-логику, включая поиск сокращенных ссылок, создание новых записей и обработку ошибок. Когда данные обработаны, контроллеры отправляют HTTP-ответы в клиентское приложение. Spring 5 облегчает создание и отправку HTTP-ответов с использованием класса ResponseEntity.

Тестирование играет ключевую роль в разработке сервиса сокращения ссылок. Эффективное тестирование помогает обнаруживать и устранять ошибки, гарантируя стабильность и надежность вашего сервиса.

Модульное тестирование является первым этапом тестирования и фокусируется на тестировании отдельных компонентов вашего приложения. В контексте сервиса сокращения ссылок, оно может включать в себя тестирование отдельных методов для создания сокращенных ссылок, раскрытия их и других функций. Spring предоставляет удобные средства для модульного тестирования, включая Spring Test Framework или JUnit.

Тестирование производительности необходимо для оценки скорости и эффективности вашего сервиса под нагрузкой. Оно должно включать в себя тестирование скорости обработки запросов на создание сокращенных ссылок, раскрытие ссылок и другие операции. Следует



учитывать, что производительность может зависеть от выбора базы данных, инфраструктуры и оптимизации кода.

Оптимизация и масштабирование играют важную роль в разработке и обслуживании сервиса сокращения ссылок. Постоянная работа над улучшением производительности и способностью вашего приложения обрабатывать большие нагрузки является ключевым аспектом успешной эксплуатации.

База данных является одним из критически важных компонентов данного сервиса. Оптимизация базы данных включает в себя следующие параметры:

- Индексация: Необходимо убедиться, что таблицы имеют правильные индексы, чтобы запросы на поиск сокращенных ссылок были эффективными.
- Очистка старых данных: Следует регулярно удалять устаревшие записи, которые больше не используются.
- Кэширование: Настройте кэширование для ускорения доступа к часто используемым данным.

Регулярное создание резервных копий данных и настройка процессов восстановления являются важными аспектами обеспечения безопасности и надежности приложения. В случае сбоя или потери данных, резервное копирование поможет быстро восстановить сервис.

Оптимизация кода играет важную роль в улучшении производительности. Оптимизируйте запросы к базе данных, избегайте лишних операций, и используйте кэширование, где это уместно. Мониторьте производительность приложения и ищите узкие места для оптимизации. Оптимизация и масштабирование являются непрерывными задачами, которые требуют внимания на всех этапах разработки и эксплуатации сервиса сокращения ссылок. Постоянно заботясь о производительности, безопасности и доступности приложения, вы можете обеспечить его успешное функционирование и постоянный приток пользователей.

В данной статье мы рассмотрели основные этапы создания сервиса сокращения ссылок на языке Java с использованием фреймворка Spring 5. Мы начали с инициализации проекта Spring. Затем перешли к созданию модели данных, реализации бизнес-логики и разработке RESTful API, предоставляющего функциональность сервиса. В следующих разделах мы подробно рассмотрели вопросы безопасности, тестирования и оптимизации приложения. Безопасность является важным аспектом, и её обеспечение помогает защитить приложение от угроз и атак. Тестирование позволяет обнаруживать ошибки и обеспечивать качество приложения. Оптимизация и масштабирование улучшают производительность и способность приложения обрабатывать большие нагрузки.

Важно помнить, что разработка и поддержание сервиса – это непрерывный процесс. Технологии и требования могут меняться, поэтому важно оставаться в курсе новых разработок и совершенствовать свой сервис в соответствии с потребностями пользователей.

\*\*\*

1. Фомин, С. А. Разработка сервиса сокращения ссылок / С. А. Фомин, Т. В. Коликова // Современные технологии в теории и практике программирования: сборник материалов конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2019 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019.
2. «А можно покороче?» Как работают сокращатели ссылок [Электронный ресурс] // URL: <https://proglib.io/p/amozhno-pokoroche-kak-rabotayut-sokrashchately-ssylok-2020-02-24> (дата обращения 28.10.2023 г.).

**Коновалов Г.Г.**

**Эволюция аспектно-ориентированного программирования: основные тенденции и направления развития**

*Волгоградский государственный университет  
(Россия, Волгоград)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-499

#### **Аннотация**

В статье проведен анализ эволюции аспектно-ориентированного программирования (АОП), показаны его ключевые концепции и современные тенденции, включая интеграцию с

другими парадигмами программирования, а также расширение области применения в сферах микросервисов, кибербезопасности, искусственного интеллекта. Затронута проблематика, с которой сталкиваются разработчики при использовании АОП. Рассмотрены перспективы развития АОП, включая автоматизацию, интеграцию в интеллектуальные системы и его роль в будущем программирования.

**Ключевые слова:** аспектно-ориентированное программирование, основные концепции АОП, советы и срезы, принцип разделения концернов, АОП в разработке микросервисов.

### Abstract

The article analyzes the evolution of aspect-oriented programming (AOP), shows its key concepts and modern trends, including integration with other programming paradigms, as well as expanding the scope of application in the areas of microservices, cybersecurity, and artificial intelligence. The problems that developers face when using AOP are touched upon. The prospects for the development of AOP are considered, including automation, integration into intelligent systems and its role in the future of programming.

**Keywords:** aspect-oriented programming, basic concepts of AOP, tips and shortcuts, the principle of separation of concerns, AOP in the development of microservices.

В настоящее время программирование стало одним из ключевых направлений, формирующих основу технологического прогресса. В этом контексте неизбежно появление новых подходов и методологий, способных обеспечить эффективное управление сложностью программных систем. Одним из таких инновационных направлений стало аспектно-ориентированное программирование (АОП), представляющее собой парадигму, направленную на разделение программы на четко выраженные аспекты, разрезающие традиционную структуру кода.

АОП выходит за рамки традиционных объектно-ориентированных и процедурных методологий, позволяя разработчикам выделять пересекающиеся функциональные области и вносить изменения в код, связанный с конкретными аспектами, без необходимости модификации всей системы. Эта методология особенно часто применяется в сфере разработки сложных приложений, где неизбежна потребность в внесении изменений и поддержке кода на разных уровнях абстракции.

Аспектно-ориентированное программирование представляет собой инновационный подход к структурированию программных систем, который стремится разделить код на более управляемые и сопровождаемые части[1]. Ключевыми концепциями этой парадигмы являются понятие аспектов, пересекающейся функциональности, и инструменты для их выделения и управления.

В контексте АОП, аспект – это модуль, который выделяет и реализует один или несколько пересекающихся аспектов приложения. Аспекты позволяют вынести дополнительную функциональность из основной кодовой базы и интегрировать её в программу без необходимости вносить изменения в существующий код. Основные концепции АОП включают в себя:

1. «Совет» (Advice). Это блок кода, который выполняется в определенной точке программы во время выполнения. Советы связываются с определенными событиями, такими как вызовы методов или исключения.
2. «Срез» (Pointcut). Срез определяет набор точек в выполнении программы, где совет будет применен. Он определяет, какие события и места в коде считаются релевантными для аспекта.
3. «Место введения» (Introduction). Места введения позволяют добавлять новые методы или поля к классам, не модифицируя исходный код. Это помогает интегрировать новую функциональность, такую как интерфейсы или методы, в существующие классы.

Принцип разделения концернов (Separation of Concerns) является одним из центральных принципов АОП. Он предполагает, что программы должны быть разделены на части, каждая из которых занимается только одним аспектом. Это упрощает управление кодом, облегчает его понимание и позволяет легко внести изменения, связанные с определенной функциональностью, не затрагивая всю систему.

Существует несколько языков программирования и инструментов, поддерживающих аспектно-ориентированное программирование. Это AspectJ и Spring AOP для языка Java, PostSharp для языка C# и другие[2]. Данные инструменты предоставляют разработчикам средства для создания, применения и управления аспектами в коде.

Аспектно-ориентированное программирование (АОП) зародилось как ответ на растущую сложность программных систем, вызванную тем, что традиционные парадигмы не всегда позволяли эффективно управлять пересекающейся функциональностью. Эволюция АОП представляет собой процесс развития методологии от её первоначальных шагов до более сложных и гибких реализаций.

Корни аспектно-ориентированного программирования уходят в конец 1990-х и начало 2000-х годов, когда исследователи и практики начали искать пути упрощения управления сложностью программных систем. В 1997 году появилась первая работа, посвященная АОП, и в дальнейшем были разработаны первые прототипы инструментов, такие как AspectJ, который добавил возможности АОП в язык программирования Java.

Методы реализации АОП, применявшиеся на ранних этапах, имели свои преимущества, например, они улучшали модульность, снижали дублирование кода и повышали уровень абстракций. Вместе с тем, уже тогда возникали сложности, связанные с отладкой аспектов, необходимостью учета побочных эффектов и влиянием на производительность.

В настоящее время АОП продолжает развиваться, а его применение расширяется на различные сферы программирования. Современные тенденции в развитии АОП подчеркивают его значимость и способность адаптироваться к современным вызовам программной индустрии.

Одной из существенных тенденций развития АОП является интеграция с другими парадигмами программирования, такими как функциональное и реактивное программирование. Это позволяет разработчикам создавать более гибкие и выразительные системы, комбинируя преимущества разных подходов.

Сначала АОП было сконцентрировано на уровне языков программирования, таких как Java и C#. Однако с развитием методологии оно расширилось на системный уровень, включая аспектно-ориентированные архитектурные паттерны, библиотеки и даже операционные системы[3]. Это расширение области применения усилило влияние АОП на процессы разработки и обеспечило более высокую абстракцию на разных уровнях.

С появлением архитектуры микросервисов и облачных вычислений, АОП становится важным инструментом для управления пересекающимися аспектами в сложных распределенных системах. Такие аспекты как безопасность, мониторинг и логирование, могут быть выделены в отдельные модули, что способствует легкости сопровождения и масштабирования системы.

С развитием технологий и появлением новых областей применения, аспектно-ориентированное программирование продолжает развиваться. Сегодня эта парадигма активно применяется в сферах, где она может внести значимый вклад.

Так, в современной киберсреде, где происходит постоянная эволюция угроз и атак, становится критически важной интеграция аспектов безопасности в программный код. АОП позволяет выделять аспекты безопасности, такие как аутентификация, авторизация и шифрование, и легко интегрировать их в систему, обеспечивая её защиту.

В области искусственного интеллекта и машинного обучения, где разработка моделей и их интеграция в приложения может быть сложной задачей, АОП наоборот, оперирует более «низким» уровнем абстракций, предоставляя возможности для выделения аспектов, связанных

с обработкой данных и алгоритмами. Это улучшает читаемость и поддерживаемость кода, а также упрощает экспериментирование с различными нейронными моделями.

С развитием АОП появляются более продвинутые методы и техники, такие как аспектно-ориентированное тестирование, аспектно-ориентированная оптимизация и интеграция с искусственным интеллектом и т.д. Эти новаторские направления расширяют спектр возможностей, которые предоставляет АОП.

Несмотря на многочисленные преимущества и инновации, сопутствующие развитию аспектно-ориентированного программирования (АОП), существуют и проблемы, с которыми сталкиваются разработчики при применении этой методологии.

С одной стороны, выделение аспектов может значительно упростить сопровождение кода, так как изменения, связанные с конкретной функциональностью, могут быть выделены в изолированные модули. Однако аспектно-ориентированный код может быть более сложным для понимания и отладки, особенно когда советы и срезы пересекаются. Разработка эффективных методов тестирования и отладки аспектов остается вызовом для программных инженеров.

Применение АОП может иметь влияние на производительность программы. Внедрение советов в различные точки кода может привести к дополнительным накладным (временным и пространственным) расходам[4]. Эффективная оптимизация аспектно-ориентированных программ остается активным направлением для исследователей.

Современные тенденции в развитии программирования и информационных технологий предполагают большую автоматизацию и интеграцию интеллектуальных систем. В этом контексте, АОП также может подвергнуться инновациям, включая, например, автоматическое выделение аспектов, интеллектуальное управление аспектами и более сложные аспектные паттерны.

Немаловажным направлением развития АОП является его внедрение в учебные программы и популяризация среди разработчиков. Предоставление студентам знаний о преимуществах и методологии АОП может способствовать более широкому применению этой парадигмы в индустрии.

В заключение необходимо отметить, что аспектно-ориентированное программирование представляет собой инновационную методологию, которая привнесла значительные изменения в область разработки программного обеспечения. С момента своего зарождения, она прошла долгий путь эволюции, начиная с простых идей и заканчивая сложными интеграциями на различных уровнях разработки.

За время своего существования АОП продемонстрировало свою значимость в управлении сложностью программных систем, обеспечивая модульность и гибкость. Применение АОП остается актуальным в различных сферах, от разработки микросервисов и облачных приложений до кибербезопасности и интеграции в искусственный интеллект.

С развитием технологий и появлением новых концепций, АОП продолжает эволюционировать. Будущее этой методологии обещает интеграцию с другими парадигмами, разработку продвинутых инструментов и техник, а также расширение области применения на новые сферы.

\*\*\*

1. Головешкин, А. В. Сквозная функциональность и ее анализ в грамматике языка программирования / А. В. Головешкин // Языки программирования и компиляторы - 2017 : Труды конференции, Ростов-на-Дону, 03–05 апреля 2017 года / Редактор: Д.В. Дубров. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2017.
2. Наумкин, Д. П. Использование аспектно-ориентированного программирования в проектировании программного обеспечения / Д. П. Наумкин // РОЛЬ и ЗНАЧЕНИЕ науки и ТЕХНИКИ для РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА: сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 20 апреля 2019 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2019.
3. Подорожкин, Д. Ю. Применение методов аспектно-ориентированного программирования при разработке программных систем / Д. Ю. Подорожкин, А. Р. Когай, В. О. Сафонов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2011. – № 3(126).
4. Сафонов, В. О. Аспектно-ориентированное программирование: учебное пособие по специальности 01.05.03 - математическое обеспечение и администрирование информационных систем / В. О. Сафонов ; В. О. Сафонов ; Санкт-Петербургский гос. ун-т. – Санкт-Петербург : Издательский дом Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2011.

**Криво Н.И., Криво К.Д., Багдасарян Д.А.**  
**Российский рынок CRM-систем в условиях импортозамещения**

*Краснодарский филиал ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-500

**Аннотация**

Статья раскрывает особенности развития систем управления взаимоотношениями с клиентами, представленных основными отечественными производителями, на современном этапе в условиях санкционных ограничений. Проанализировано изменение структуры рынка российских CRM-систем в течение 2021-2023 годов. Определены наиболее перспективные направления дальнейшего развития систем класса CRM с учетом трансформации российского рынка программного обеспечения под действием экономических санкций.

**Ключевые слова:** Управление взаимоотношениями с клиентами, импортозамещение, экономические санкции.

**Abstract**

The article reveals the features of the development of CRM systems presented by the main domestic manufacturers at the present stage under the conditions of sanctions restrictions. The change in the market structure of Russian CRM systems during 2022-2023 is analyzed. The most promising directions for further development of CRM systems have been identified, taking into account the transformation of the Russian software market under the influence of economic sanctions.

**Keywords :** Customer relationship management, import substitution, economic sanctions.

Изменение социально-экономических условий хозяйствования в России под действием санкций существенно влияет, в том числе, на структуру рынка программного обеспечения. Многие организации сталкиваются с проблемами эффективной замены зарубежного ПО отечественными аналогами [1,2]. Вместе с тем, в последнее время практически сформировался и развивается рынок отечественных CRM-систем, которые широко применяются в продажах [3] и других бизнес-процессах [4]. Причем «место под солнцем» отечественные производители отвоевали у зарубежных систем подобного класса задолго до негативных трендов, связанных с распространением пандемии коронавируса и проведением СВО. В связи с этим предлагается рассмотреть тенденции, возникшие на российском рынке CRM-систем в последнее время с учетом проводимой государством политики импортозамещения.

По мнению экспертов авторитетного ресурса [tadviser.ru](http://tadviser.ru), «если говорить о рыночных позициях зарубежных и российских поставщиков программных продуктов CRM, то на протяжении последних двух-трех лет они претерпевали изменения»[5]. Плюсом к этой ситуации добавились особенности, связанные с резким уходом зарубежных вендоров из России в марте-апреле 2022 года. В первую очередь их уход коснулся компаний, использующих CRM по модели SaaS, например, SalesForce, или развернутыми в облаках Microsoft Azure, Google Cloud и системы других глобальных вендоров. Они почти одновременно утратили доступ к своим облачным CRM и, соответственно, лишились преимуществ автоматизации продаж и взаимодействия с клиентами, обеспечивающих рост прибыли и устойчивость бизнеса.

Вместе с тем, государство приняло ряд мер по поддержке отечественных разработчиков ПО с тем, чтобы стимулировать разработку отечественных аналогов. В этом случае процессы импортозамещения будут реализовываться на уже имеющейся базе перспективных разработок, которые есть у ведущих российских компаний по разработке систем данного класса (рисунок 1). Таким образом, большинство специалистов сходятся во мнении, что российский рынок CRM-систем продолжает движение вверх. Потребности бизнеса в подобных решениях довольно значительны и с учетом ухода ряда иностранных производителей есть перспектива роста рынка систем подобного класса.

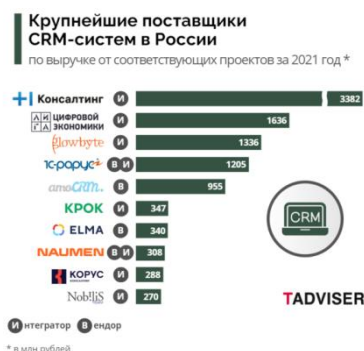


Рисунок 1. Крупнейшие поставщики решений в области CRM в России. Источник [5].

Очевидно, что после ухода ряда зарубежных компаний рынок CRM будет трансформироваться с учетом политики импортозамещения. На представленной диаграмме видно, что уже по состоянию на 2021 год (до начала СВО), в десятке лидеров по объемам выручки с сегменте CRM находились преимущественно российские компании. Лидер – Т1 Консалтинг (г. Москва), Лига Цифровой Экономики (Россия-Беларусь-Казахстан), GlowByte (г. Москва), 1С-Рарус (г. Москва), ELMA (г. Ижевск) и другие. В период после марта 2023 года начинается структурная перестройка рынка ПО, которая затронула и сегмент CRM.

По данным «Комсомольской правды»[6] на первую половину 2023 года, в Top15 лучших CRM российского рынка включал в себя следующие (далее расстановка по местам в первой пятерке):

- 1) Мегаплан;
- 2) Bitrix 24;
- 3) S2 Salesap
- 4) «РосБизнесСофт» CRM;
- 5) RetailCRM и далее следующие места также российские компании.

Очевидно, что несмотря на изменение структуры рынка, лидерами являются только российские компании. Импортозамещение отмечается как в сегменте простых и дешевых операционных CRM, так и более функциональных аналитических и коллаборационных решений. Вместе с тем идут естественные процессы конкурентной борьбы между российскими производителями, что обусловлено присутствием большого количества отечественных разработчиков в данном сегменте. Так одни из лидеров рынка 2010-х Консалтинговая группа «Бизнес Навигатор» (CRM Monitir), CRM «Учет клиентов» выпали из Top15, а «Мегаплан», сравнительно недавно появившаяся на рынке, теснит конкурентов. Представляется, что в случае нормализации политической обстановки и постепенного снятия санкций, зарубежные компании уже не смогут занять прежнюю долю российского рынка CRM, что соответствует общей тенденции во многих других областях импортозамещения программного обеспечения.

Вместе с тем российским производителям после ухода зарубежных компаний нельзя останавливаться в своем развитии, необходимо постоянно расширять функционал в соответствующих с возрастающими требованиями бизнеса. Среди ближайших задач дальнейшего развития рынка данных систем особенно актуальным видятся следующие:

- Расширение применения облачных решений CRM на базе отечественных платформ с постепенным отказом от облаков Microsoft и Google.
- Углубление взаимодействия CRM с российскими социальными сетями (ВК, Мой мир) и сетями дружественных стран.
- Интеграция отечественных CRM в программные продукты класса ERP (имеется успешный пример компании 1С:CRM).
- Дальнейшее расширение функциональных возможностей, создание «настраиваемых» платформ, интеграция с пакетами календарного планирования.

\*\*\*

1. Фролов Р.Н. Новые подходы к выбору программного обеспечения для автоматизации деятельности организации в свете текущих санкционных ограничений // В сборнике: VI Международная межвузовская научно-практическая конференция «Современные тенденции и проблемы науки в развитии цифровых и инновационных технологий». Сборник научных трудов преподавателей. Краснодар, 2022. – С. 570-574.

2. Фролов Р.Н. О задачах по импортозамещению программного обеспечения в банковском секторе // В сборнике: Развитие финансового рынка и предпринимательских структур в современных условиях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции к празднованию 30-летия Казначейства России. Волгоград, 2023. – С. 146-148.
3. Фролов Р.Н. CRM-системы как инструмент развития технологии продаж cross selling. // Вестник ИМСИТ. – 2019. №4(80). – С. 45-47.
4. Фролов Р.Н., Салий В.В., Цебренько К.Н. Концептуальная модель интегрированной системы комплексной автоматизации продаж // Сфера услуг: инновации и качество. – 2020. № 51. – С. 92-102.
5. [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:CRM\\_\(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:CRM_(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8))
6. Официальный сайт «КР.ру Финансы» URL: <https://www.kp.ru/money/biznes/luchshie-crm-sistemy/?ysclid=lodabj06ve263453682>

**Курбатов Г.Р.**

### **Методы оценки качества сгенерированных данных**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-501*

#### **Аннотация**

VAE - это тип генеративной модели, способной научиться эффективно кодировать данные в скрытое пространство и генерировать новые сэмплы, обладающие схожими статистическими свойствами. В статье рассматриваются принципы работы VAE, а также методы оценки качества сгенерированных данных.

**Ключевые слова:** Генерация данных, вариационные автокодировщики, VAE, генеративные модели, скрытое пространство, оценка качества, изображения, текст, звук.

#### **Abstract**

VAE is a type of generative model that can learn how to efficiently encode data into a hidden space and generate new samples with similar statistical properties. The article discusses the principles of VAE operation, as well as methods for assessing the quality of generated data.

**Keywords:** Data generation, variational auto-encoder, VAE, generative models, hidden space, quality assessment, images, text, sound.

Вариационные автокодировщики (VAE) представляют собой удачное сочетание методов генеративных моделей и автокодировщиков, позволяющих эффективно моделировать сложные распределения данных и генерировать новые экземпляры, которые могут быть использованы для различных целей, включая увеличение объема обучающей выборки, синтез реалистичных данных для аугментации, или создание новых контентов, таких как изображения, тексты или звуки. VAE состоит из двух основных частей: энкодера и декодера. Энкодер преобразует входные данные в латентное пространство, где каждый кодер представляет собой многомерное распределение, обычно представленное с помощью гауссовского распределения. Затем, используя выборки из этого распределения, генерируется точка в скрытом пространстве, которая является компактным и более информативным представлением входных данных. Декодер восстанавливает из этой точки сгенерированные данные, по возможности максимально похожие на исходные входные данные.

Для обучения VAE используется функция потерь, которая включает два компонента: ошибка восстановления, меряющая, насколько хорошо декодер восстанавливает оригинальные данные, и регуляризационная ошибка Кульбака-Лейблера, которая штрафует различие между латентными представлениями и априорным распределением в скрытом пространстве. Этот подход позволяет эффективно контролировать степень разнообразия генерируемых данных. Применение VAE охватывает разнообразные области искусственного интеллекта. В компьютерном зрении, VAE может использоваться для генерации изображений различных

стилей, лица с различными чертами или анимации объектов. В обработке естественного языка, VAE позволяет генерировать тексты с определенными свойствами или похожие на определенные корпуса текстов. В аудио обработке, VAE может использоваться для синтеза реалистичных звуковых эффектов или голосов.

Оценка качества сгенерированных данных может быть сложной задачей. Один из популярных методов - использование инвертированного энкодера. Это означает, что VAE используется дважды: для генерации сэмплов и для обратного преобразования сгенерированных данных обратно в скрытое пространство. Затем сравниваются скрытые представления сгенерированных данных и оригинальных данных, а также используются метрики качества, такие как FID (Fréchet Inception Distance), чтобы оценить сходство распределений сгенерированных и реальных данных. Вариационные автокодировщики представляют собой мощный инструмент для генерации данных в различных областях искусственного интеллекта. Их способность моделировать сложные распределения и обеспечивать контроль над разнообразием сгенерированных данных делает их важным инструментом для исследователей и практиков в области машинного обучения и искусственного интеллекта.

Для обучения алгоритмов компьютерного зрения требуются данные, и чем сложнее алгоритм, тем больше данных обычно требуется для его обучения. При нехватке таких данных для их получения используются различные методы, в том числе:

- 1) увеличение обучающей выборки путем изменения существующих данных - увеличение;
- 2) генерация новых данных (синтетических данных).

В первом случае к имеющимся данным применяются различные виды изменений: геометрические преобразования, инверсия, изменение цвета, обрезка, добавление шума, поворот изображения, зеркальное отражение и т.д. Однако таких изменений может оказаться недостаточно из-за чрезвычайно малого набора данных. В этом случае можно использовать второй метод для получения совершенно новых изображений. Для генерации новых изображений недавно были использованы кодеры и генеративные состязательные сети (GAN) [1]. Оба алгоритма обучаются без учителя, то есть им не нужны размеченные обучающие данные. Генеративно-состязательная сеть состоит из комбинации двух искусственных нейронных сетей: первая (генератор) - для генерации данных, вторая (дискриминатор) — стремится отличить правильные изображения от сгенерированных, в результате чего происходит "столкновение" между обеими частями GAN, когда одна из них нейронная сеть пытается сгенерировать подделку, неотличимую от оригинала, а другая - распознать ее [1]. Общая схема работы GAN показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Общая схема работы GAN.

Автокодер - это искусственная нейронная сеть, которая во время обучения стремится получить выходное значение, наиболее близкое к входному [2]. Промежуточный слой автокодера должен иметь меньшую размерность, чем входной и выходной слои, чтобы решение задачи алгоритма не оказалось тривиальным, а нейронная сеть смогла обнаружить корреляцию во входных данных и научиться их обобщать. Этот алгоритм используется не только для генерации изображений, но и других данных, включая сигналы, тексты, а также для сжатия и шифрования информации. Общая схема работы автокодеров показана на рисунке 2.



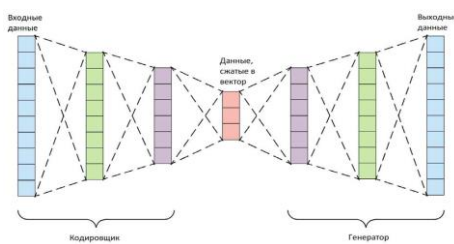


Рисунок 2. Общая схема автокодера.

После обучения вариационной модели автокодера для генерации новых изображений, близких к обучающим данным, формируется случайный вектор из нормального распределения и подается на вход второй части декодера VAE, который затем формирует желаемое изображение. Общая схема работы VAE показана на рисунке 3.

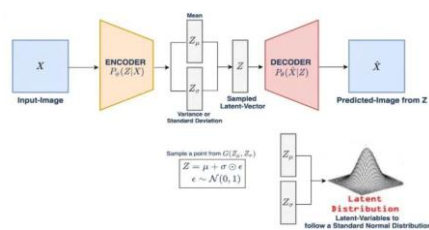


Рисунок 3. Общая схема работы VAE.

В своей статье Aditya Sharma использовал VAE для генерации синтетических изображений на основе классических обучающих данных из Fashion-MNIST и Cartoon и получил хорошие результаты восстановления изображений из случайного вектора, продемонстрировав таким образом работу алгоритма.

Применение вариационных автокодировщиков (VAE) также имеет свои вызовы и ограничения. Например, VAE обычно предполагают независимость признаков в данных, что может быть неприменимо для данных с высокой корреляцией между признаками.

Для преодоления некоторых из этих ограничений существуют различные модификации VAE. Например, Conditional VAE (CVAE) позволяет генерировать данные с определенными свойствами или из конкретных классов, добавляя условие к кодировщику и декодеру. Другие подходы включают использование более сложных априорных распределений в скрытом пространстве или комбинацию VAE с другими генеративными моделями, такими как генеративные состязательные сети (GAN).

\*\*\*

1. Общие регрессионные модели [Электронный ресурс]  
<http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stgenregmod.html>
2. Ф. Уоссермен Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика/Перевод на русский язык, Ю. А. Зуев, В. А. Точенов - 1992. - 184с.

Ляпанов А.В.<sup>1</sup>, Ляпанов А.А.<sup>2</sup>  
Компьютерное зрение

<sup>1</sup>Владимирский юридический институт ФСИН России

<sup>2</sup>Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых  
(Россия, Владимир)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-502

#### Аннотация

В статье рассматривается актуальная проблема компьютерного зрения. Данные технологии все более прочно входят в нашу повседневную жизнь. Затрагиваются такие вопросы как история развития технологий компьютерного зрения, основные принципы работы

компьютерного зрения, типы систем компьютерного зрения, технологии для разработки компьютерного зрения, применение технологии компьютерного зрения в России.

**Ключевые слова:** Компьютерное зрение, оптическое распознавание символов, интеллектуальное распознавание символов, нейронные сети.

### Abstract

The article deals with the actual problem of computer vision. These technologies are becoming more and more firmly integrated into our daily lives. Such issues as the history of the development of computer vision technologies, the basic principles of computer vision, types of computer vision systems, technologies for the development of computer vision, the use of computer vision technology in Russia are touched upon.

**Keywords:** Computer vision, optical character recognition, intelligent character recognition, neural networks.

Компьютерное зрение, которое зачастую называют Machine Vision - Машинное зрение – это обособленная область в науке, которая занимается изучением в области автоматической фиксации, а также получением, анализом, обработкой и осмыслением визуальных данных, таких как цифровые изображения и видео. Данная область нейронных сетей, которая используется для распознавания образов, классификации изображений, поиска объектов, также рассматривается как раздел искусственного интеллекта.

Компьютерное зрение помогает понять сложность системы человеческого зрения и обучает компьютерные системы интерпретировать цифровые изображения или видео и достигать высокого уровня понимания. В первые дни разработка машинной системы с интеллектом, подобным человеческому, была всего лишь мечтой, но с развитием искусственного интеллекта и машинного обучения это также стало возможным. Аналогичным образом были разработаны такие интеллектуальные системы, которые могут «видеть» и интерпретировать окружающий мир, подобно человеческим глазам. Вчерашняя выдумка стала фактом сегодняшнего дня.

Данные технологии очень тесно вошли в нашу повседневную жизнь. Это и дорожные камеры, способные распознавать дорожную разметку, номерные знаки, распознавание жестов глухих, различные датчики слежения, системы распознавания лиц, позволяющие предоставлять доступ к защищенным системам, медицинская аналитика и многое другое, без чего мы уже не представляем современное общество.

Несмотря на относительную молодость данной технологии, на данный момент накоплен существенный пласт её научного обоснования. Среди западных специалистов, изучающих данную проблематику можно выделить: Форсайт Д. и Понс Ж., Гонсалес Р. Вудс Р.. Отечественные исследователи также не остались в стороне от изучения данного явления. Среди них можно отметить таких авторов, как: Борисова И.В., Шапиро Л. и Стокман Д., Селянкин В.В. и др.

Ученые и эксперты пытались разработать машины, которые могут видеть и понимать визуальные данные в течение почти шести десятилетий. Но в те времена проблема заключалась в недостатке необходимых мощностей ЭВМ, вследствие чего данная научная область была недостаточно развитой.

В 1959 г. был начат первый эксперимент с компьютерным зрением. Тогда с помощью разработанной технологии американец Рассел Кирш представил объект в виде массива изображений. Первоначально было обнаружено, что в первую очередь внимание уделяется жестким краям или линиям, и с научной точки зрения это означает, что обработка входных изображений начинается с различных примитивов, таких как прямые края. Далее в 1960 году произошло внедрение искусственного интеллекта в данную область академического изучения для решения проблем человеческого зрения. В следующий период, вплоть до 1963 года велись активные разработки, что привело ученых к изобретению компьютера, который имел возможность преобразовывать двухмерные изображения в трехмерные, что дало некий скачок в развитии дальнейших технологий.

Позже, в 1974 году были открыты технологии оптического (OCR) и интеллектуального распознавания символов (ICR). Стало возможно распознавание текста, прописанного различными шрифтами. Такая технология как ICR может расшифровывать даже рукописный

текст. Эти изобретения являются одним из величайших достижений в обработке документов и счетов-фактур, распознавании автомобильных номерных знаков, мобильных платежах, машинном переводе и т.д..

В 1982 году был разработан алгоритм для обнаружения краев, углов, кривых и других форм. Также ученые разработали сеть ячеек, которые могли распознавать узоры. Данная технология называется «Сверточные нейронные сети» и применяется она для обработки изображений в таких сферах, как: создание систем безопасности, системы контроля качества продуктов. Позже, в 2000-х годах ученые работали над технологиями распознавания объектов, которые в настоящее время активнейшим образом используются в нашей повседневной жизни. Уже в 2001 году было разработано первое приложение, позволяющее распознавать лица в реальном времени, вследствие чего позже стали появляться такие технологии, как FaceId и др.. К 2010 году в открытый доступ был выпущен набор данных ImageNet, который используется с миллионами помеченных изображений, которые являются основой для современных моделей сверточной нейронной сети (CNN) и технологий глубокого обучения. В 2012 году CNN стал использоваться в качестве технологии распознавания изображений с гораздо меньшей частотой ошибок. К 2014 году был разработан набор данных Microsoft COCO (Common Objects In Context) для предоставления данных для обнаружения объектов и поддержки будущих исследований.

Рост качества и мощности технологий компьютерного зрения привел к активному использованию данного продукта в различных областях промышленности и бизнеса. В настоящее время многие конвейеры оснащены специализированными приборами проверки качества деталей, корректной маркировки, технологией выравнивания деталей на основе обнаружения объектов с помощью компьютерного зрения.

Компьютерное зрение – это технология, извлекающая требуемую информацию из предоставленных данных, таких как цифровые изображения и видео. Можно провести аналогию с работой человеческого мозга, т.к. у людей происходит визуальное восприятие с помощью глаз и дальнейшей интеллектуальной обработкой полученных данных и неким анализом, а машина получает данные с помощью камеры и обрабатывает все с помощью специальной программы (некоего интерпретирующего устройства).

В прикладном значении системы компьютерного зрения представляют из себя набор средств захвата изображения (камеры или несколько камер) и компьютер, используемый для анализа изображений, на котором установлено специальное программное обеспечение (ПО).

Общая работа заключается в обучении нейронной сети. То есть огромное количество визуальных помеченных данных предоставляется машинам для их обучения. Эти помеченные данные позволяют машине анализировать различные шаблоны во всех точках данных и могут соотноситься с этими метками. В качестве примера предлагаем рассмотреть следующую ситуацию: мы подаем миллион изображений различных автомобилей в качестве визуальных данных для нашего ПО. Компьютер извлекает требуемые ему данные, анализируя каждую фотографию, форму, расстояние между каждой формой, цвет и т.д., в результате чего идентифицируются модели, похожие на автомобиль и на выходе генерируется модель. В результате эта модель компьютерного зрения теперь может точно определять, содержит ли изображение автомобиль или нет.

К основным типам систем компьютерного зрения можно отнести такие как: одномерные, двумерные и объемные системы.

Описывая одномерную систему компьютерного зрения можно сказать, что производит сканирование входных изображений линия за линией, после чего она обрабатывает полученный цифровой сигнал. Данная система зачастую используется для выявления брака в различных материалах, производимых в ходе постоянного промышленного процесса. Хорошим примером использования данных систем являются конвейеры по изготовлению бумаги, металлических листов, различных изделий из пластика и прочих листовых изделий.

Говоря о двумерных системах компьютерного зрения можно выделить, что это ПО, способное распознавать и классифицировать различные объекты на изображениях по множеству задаваемых характеристик. Данные технологии широко применяются в медицинской сфере для определения заболеваний на рентгеновских снимках. Также для построения 3D моделей различных человеческих органов и тканей.

Объемные системы – использование нескольких камер, которые предоставляют обзор с различного ракурса, что позволяет выполнять позиционирование в трехмерном пространстве.

Рассматривая конкретные технологии для разработки компьютерного зрения можно выделить: Deep Learning – технология машинного обучения, позволяющая создавать нейронные сети для распознавания изображений и видео; Методы распознавания образов – это методы, специально разработанные для обучения программных систем распознавания образов и различных объектов на цифровых изображениях и видео; Конволюционные нейронные сети – специально разработанные нейронные сети для анализа полученного изображения или видео; Обработка изображений на основе признаков (Feature-based Image Processing) – особый метод, позволяющий получать необходимую информацию по выделенным «особенностям» изображения, таким как: текстуры, контуры, очертания; Рекуррентные нейронные сети – нейронные сети, разработанные и нацеленные на обработку входящего потока данных, представленного в виде видео; Метод машинного обучения; Искусственный интеллект; Компьютерное зрение на основе геометрических методов; Метод глубокого обучения; Алгоритмы машинного зрения. Рассмотрим основные алгоритмы и модели компьютерного зрения.

Метод Виолы-Джонса, предложенный тандемом авторов в 2001 году. Данный метод основан на использовании изображения в интегральном представлении, использовании бустинга (улучшение, усиление), признаков Хаара, на основе которых выполняется поиск требуемых объектов. Среди прочих моделей можно выделить следующие: гистограмма направленных градиентов – в обработке изображений используются идентификаторы особых дочек; метод опорных векторов; AlexNet; OverFeat; VGG16; SEER; NBDT; YOLO; EfficientNets; Meta Pseudo Labels; LambdaResNets.

На данный момент популярной темой является создание приложений с использованием технологий компьютерного зрения. Инструментами, позволяющими реализовывать необходимый функционал являются специально разработанные библиотеки: Amazon Rekognition, BoofCV, CUDA, GPUImage, Keras, Matlab, OpenCV, SimpleCV, Tensorflow, Theano. Для создания эффективно работающей модели применяются датасеты, например: Find Datasets, Google Dataset Search, Kaggle, NAS (Neural Architecture Search), UCI Machine Learning Repository, VisualData и др..

Технологии компьютерного зрения в России на данный момент только начинают свой путь активного развития и внедрения во многие сферы жизнедеятельности общества. Большее развитие они получили в крупных городах, в таких областях, как медицина, где технологии используются для диагностики заболеваний на ранних стадиях, в автомобильной сфере для отслеживания различных правонарушений, изобретения беспилотных автомобилей, вследствие чего должен повышаться уровень безопасности дорожного движения, поиск заданных объектов во множестве схожих объектов, например, поиск правонарушителей в толпе людей. Планируется внедрение данных технологий в отечественную промышленность, что позволит существенным образом снизить ее издержки. Также намечается внедрение событийной видеоаналитики для определения внештатных ситуаций. Использование компьютерного зрения для контроля безопасности труда, в технологических процессах, в дефектоскопии, трекинге объектов, в технологии «Умный дом» и пр.. На данный момент развитие данной сферы связано с большими затратами, однако потенциальные выгоды от ее внедрения обещают большую прибыль.

\*\*\*

1. Борисова И.В. Компьютерное зрение. цифровая обработка и анализ изображений. Учебное пособие / Новосибирск, 2022.
2. Piashenko O.Yu., Lukyanenko E.L. Possibilities of using computer vision for data analytics in medicine // Izvestiya of Saratov University. Mathematics. Mechanics. Informatics. 2022. Т. 22. № 2. С. 224-232.
3. Computer Vision Introduction / JavaTpoint URL: <https://www.javatpoint.com/computer-vision> (дата обращения: 30.09.2023)
4. Корешкова Т. Компьютерное зрение: технологии, компании, тренды. URL: <https://rdc.grfc.ru/2021/04/analytics-computer-vision/> (дата обращения: 30.09.2023)
5. Пажетнов М.Е., Гриф М.Г. Компьютерное зрение в распознавании жестов глухих // Наука. Технологии. Инновации. Сборник научных трудов. В 9-и частях. Под редакцией А.В. Гадюкиной. 2019. С. 99-101.
6. Селянкин В.В. Компьютерное зрение. анализ и обработка изображений. Санкт-Петербург, 2019.
7. Стахеева А.А., Вяткин Д.А. Распознавание дорожной разметки с помощью компьютерного зрения // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2023. № 4.
8. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход / М. [и др.], 2004.
9. Шапиро Л., Стокман Д. Компьютерное зрение. М, 2013.

Мадаев С.М., Алихаджиев С.Х.

**Блокчейн в современных научных исследованиях: как технология может обеспечить прозрачность и подтверждение авторства**

*Чеченский государственный университет им А.А. Кадырова  
(Россия, Грозный)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-503

**Аннотация**

Интеграция технологии блокчейн в научные исследования может революционизировать способы открытия и распространения открытий. В условиях растущей обеспокоенности по поводу целостности, воспроизводимости и установления авторства исследований, децентрализованный характер блокчейна предлагает прозрачный и защищенный от несанкционированного доступа метод хранения и проверки научных данных. Эта технология может решить множество проблем, с которыми сталкивается научное сообщество, включая мошенничество с данными, дублирование исследований и споры по поводу авторства. Внедряя системы на основе блокчейна в процесс исследования, исследователи могут надежно отмечать время своих результатов, гарантируя однозначное доказательство оригинальности и времени создания. В этой статье рассматриваются преимущества и практическое применение блокчейна в современных научных исследованиях и подчеркивается его потенциал в продвижении культуры прозрачности и подотчетности.

**Ключевые слова:** Блокчейн, научные исследования, прозрачность, подтверждение авторства, воспроизводимость, целостность данных, временная метка, децентрализованные системы, подотчетность.

**Abstract**

The integration of blockchain technology in scientific research can revolutionize the way discoveries are made and shared. With growing concerns over research integrity, reproducibility, and authorship attribution, the decentralized nature of blockchain offers a transparent and tamper-proof method for storing and verifying scientific data. This technology can address multiple issues faced by the scientific community, including data fraud, duplication of research, and disputes over authorship. By implementing blockchain-based systems in the research process, researchers can securely timestamp their findings, ensuring unambiguous proof of originality and time of creation. This article delves into the benefits and practical applications of blockchain in modern scientific research and underscores its potential in promoting a culture of transparency and accountability.

**Keywords:** Blockchain, Scientific Research, Transparency, Proof of Authorship, Reproducibility, Data Integrity, Timestamp, Decentralized Systems, Accountability.

Честность исследований стала центральной темой современного научного дискурса, поскольку участились случаи мошенничества с данными и дублирования исследований, подрывающие подлинность открытий. Исследование Национального института здравоохранения показало, что только в США ежегодно на невоспроизводимые исследования тратится более 28 миллиардов долларов. Блокчейн может бороться с этим, предлагая прозрачную платформу, где каждый фрагмент данных после записи становится неизменным. Это означает, что как только исследователь записывает свои выводы в блокчейн, их нельзя изменить бесследно.

Каждая транзакция в блокчейне записывается в «блоках», которые связаны хронологически, образуя «цепочку». Эта цепочка гарантирует, что однажды введенные данные останутся защищенными от несанкционированного доступа. В контексте научных исследований каждый эксперимент, результат или наблюдение можно записать как транзакцию. Децентрализованный характер технологии гарантирует, что ни одна организация

не сможет манипулировать данными, что способствует прозрачности и доверию между исследователями и читателями.

Разрешение споров об авторстве с помощью временных меток блокчейна:

Одной из постоянных проблем в научных исследованиях является спор об авторстве. Кому пришла в голову идея первому? Кто заслуживает похвалы за то или иное открытие? Блокчейн может решить эту проблему, предоставляя безопасную временную метку для каждого записанного исследования. Эта временная метка служит неопровержимым доказательством времени создания, гарантируя, что исследователям будет отдана законная заслуга. Он устраняет двусмысленность, связанную с авторством, и обеспечивает хронологическую запись вкладов.

Традиционный процесс рецензирования можно улучшить за счет интеграции блокчейна. Исследователи могут представить свои результаты на платформе блокчейна, где коллеги смогут просмотреть и подтвердить работу. Каждый обзор вместе с оригинальным исследованием становится частью неизменяемой записи, обеспечивая прозрачность процесса рассмотрения. Эта система также может способствовать глобальному сотрудничеству, поскольку исследователи из разных уголков мира могут безопасно обмениваться данными и соавторами исследований на прозрачной платформе.

Хотя потенциальные преимущества интеграции блокчейна в научные исследования очевидны, практическое внедрение все еще находится на начальной стадии. Поскольку исследователи и учреждения признают ценность прозрачных, защищенных от несанкционированного доступа платформ для совместной работы, ожидается, что системы на основе блокчейна станут неотъемлемой частью исследовательского ландшафта.

Характер научных открытий часто требует сотрудничества и обмена данными между учреждениями. Традиционные методы обмена могут привести к риску несанкционированного доступа или использования данных. Однако с помощью блокчейна данные можно безопасно передавать с определенными правами доступа. Более того, интеллектуальная собственность может быть защищена, поскольку каждый доступ или изменение данных отслеживается и проверяется. Таким образом, блокчейн может гарантировать исследователям безопасность их интеллектуального вклада, одновременно способствуя совместным научным усилиям.

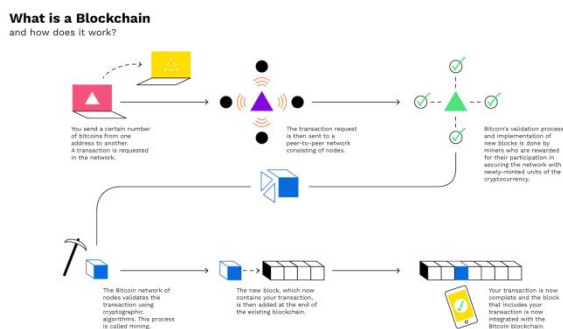


Рисунок 1. Последовательность действий в блокчейне: от инициирования транзакции до её интеграции в сеть на примере Bitcoin.

Научные исследования часто требуют финансирования из различных источников, включая государственные органы, НПО или частные организации. Незаконное присвоение средств или расхождения в их распределении могут препятствовать прогрессу. Блокчейн с его функциональностью смарт-контрактов может автоматизировать и обеспечить прозрачное распределение грантов. При выполнении определенных заранее определенных критериев или этапов смарт-контракт автоматически высвобождает средства, обеспечивая как подотчетность, так и своевременную выплату средств.

Роль блокчейна в современных научных исследованиях является преобразующей. Решая проблемы, связанные с целостностью данных, авторством и сотрудничеством, он может установить новые стандарты прозрачности и подотчетности. Поскольку научное сообщество

продолжает использовать инновационные решения, блокчейн выступает маяком прогресса, прокладывая путь к более надежной и прозрачной исследовательской экосистеме.

\*\*\*

1. Нагородская В. Б. и др. Новые технологии (блокчейн/искусственный интеллект) на службе права. Научно-методическое пособие. – "Издательство"" Проспект""", 2020.
2. Матыченко Д. В. Технология блокчейн в сфере управления интеллектуальной собственностью //Научные записки молодых исследователей. – 2019. – №. 4. – С. 81-88.
3. Финогеев А. Г. и др. Технология смарт контрактов на основе блокчейн для минимизации транзакционных издержек в региональных инновационных системах //Вопросы безопасности. – 2018. – №. 3. – С. 34-55.
4. Чернозуб С. П. Идеология открытой науки и перспективы блокчейна //Общественные науки и современность. – 2018. – №. 6. – С. 87-97.
5. Кузнецова В. П., Бондаренко И. А. Блокчейн как инструмент цифровой экономики в образовании //Journal of economic regulation (Вопросы регулирования экономики). – 2018. – Т. 9. – №. 1. – С. 102-109.
6. Матыченко Д. В. Технология блокчейн в сфере управления интеллектуальной собственностью //Научные записки молодых исследователей. – 2019. – №. 4. – С. 81-88.

Мадаев С.М.<sup>1</sup>, Атабаева Э.Р.<sup>2</sup>

### Образовательные стартапы: инновации и технологии, меняющие привычные форматы образования

<sup>1</sup>Чеченский государственный университет им А.А. Кадырова

<sup>2</sup>ФСПО ГГНТУ им.ак.М.Д.Миллионщикова  
(Россия, Грозный)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-504

#### Аннотация

Облик образования меняется, отчасти благодаря росту количества образовательных стартапов, предлагающих инновационные и технологические решения. Традиционные классные комнаты, классные доски и механическое заучивание бросают вызов и часто заменяются цифровыми платформами, интерактивными методами обучения и индивидуальной учебной программой. Появление этих образовательных стартапов не только удовлетворяет потребности современных учащихся, но и извлекает выгоду из технологически ориентированного мира, в котором мы сейчас живем. От виртуальных классов до игровых модулей обучения — горизонт образования расширяется, и участвовать в этом преобразующем путешествии очень интересно. В этой статье подробно рассматривается, как эти стартапы производят революцию в этом секторе и почему они обещают светлое будущее учащимся во всем мире.

**Ключевые слова:** Образовательные стартапы, технологические решения, виртуальные классы, интерактивное обучение, индивидуальные учебные программы, цифровые платформы.

#### Abstract

The face of education is evolving, driven in part by the surge in educational startups offering innovative and technology-driven solutions. Traditional classroom setups, chalkboards, and rote learning are being challenged and often replaced by digital platforms, interactive learning methods, and customized curriculum. The onset of these educational startups not only caters to the needs of the modern learner but also capitalizes on the technology-centric world we now inhabit. From virtual classrooms to gamified learning modules, the horizon of education is expanding, and it's exciting to be on this transformative journey. This article delves deep into how these startups are revolutionizing the sector and why they promise a brighter future for learners worldwide.

**Keywords:** Educational Startups, Technology-driven Solutions, Virtual Classrooms, Interactive Learning, Customized Curriculum, Digital Platforms.

Прошли времена ограниченных классных комнат с традиционной динамикой «учитель-ученик». С появлением образовательных стартапов мы наблюдаем сдвиг в сторону цифровых классов. Такие платформы, как Coursera, Udemy и Khan Academy, проложили путь к дистанционному обучению, позволяя студентам учиться из любой точки мира. Эти платформы предоставляют широкий спектр курсов: от языковых курсов до комплексной технической подготовки.

Вместо пассивного получения информации стартапы фокусируются на интерактивном обучении. Такие технологии, как дополненная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR), включаются в уроки, чтобы полностью погрузить учащихся в предмет. Такие компании, как Nearpod и ClassVR, являются яркими примерами этого интерактивного сдвига.

Одним из способов вовлечения современного ученика являются игры. Duolingo, платформа для изучения языков, успешно использует эту стратегию. Благодаря геймификации уроков учащиеся с большей вероятностью сохраняют мотивацию и сохраняют изученную информацию.

Образовательные стартапы понимают, что универсальный подход устарел. Вместо этого платформы теперь предлагают индивидуальный опыт обучения, основанный на индивидуальных потребностях и темпах обучения учащихся. Такие инструменты, как DreamBox и Knewton, обеспечивают адаптивный процесс обучения, корректируя контент в режиме реального времени в зависимости от успеваемости учащихся.

Акцент смещается от престижных степеней к навыкам и знаниям. Стартапы демократизируют образование, позволяя учиться любому, у кого есть доступ к Интернету. MOOC (массовые открытые онлайн-курсы), такие как edX, и такие платформы, как MasterClass, являются свидетельством этого изменения, предоставляя беспрецедентный доступ к первоклассным образовательным ресурсам.

	Max. Class Size	Brandable	Custom Analytics	Monetization	Mobile	Hosting
	300,000	✓	✓	✓	✓	Self-Hosted
	10,000	✓	✓	✓	✓	Self-Hosted or 3rd party
	Unlimited	✗	✓	✗	✓	Hosted
	Unlimited	✗	✗	✓	✓	Hosted
	Unlimited	✗	✗	✗	✓	Hosted

Рисунок 2. Сравнительный анализ современных образовательных платформ: Отличительные функциональные возможности и методы обучения.

Как и все отрасли, стремящиеся к инновациям, образовательные стартапы тоже сталкиваются со своими проблемами:

1. Адаптивность и сопротивление. Не все преподаватели и учреждения открыты для идеи цифрового перехода. Традиционалисты предпочитают устаревшие методы обучения в классе, что затрудняет внедрение технологий в некоторые помещения.
2. Технологическое неравенство. Хотя цифровое образование направлено на демократизацию обучения, не все имеют равный доступ к необходимым технологиям или высокоскоростному Интернету. Это может привести к расхождениям в возможностях обучения.
3. Контроль качества. Учитывая огромное количество образовательного контента, доступного в интернете, поддержание постоянного качества может оказаться сложной задачей. Обеспечение соответствия курсов образовательным стандартам имеет первостепенное значение.



Несмотря на эти проблемы, эволюция, вызванная образовательными стартапами, имеет первостепенное значение по нескольким причинам:

1. Глобальный охват: они делают образование доступным для студентов из разных уголков мира, разрушая географические барьеры.
2. Гибкость: Платформы цифрового обучения предлагают гибкость с точки зрения темпа, сроков и даже выбора учебной программы с учетом индивидуальных потребностей.
3. Экономичность: многие онлайн-курсы и ресурсы доступны по цене или даже бесплатны, что делает качественное образование доступным для более широкой аудитории.

И в разгар этого сейсмического изменения в образовательной среде растет признание модели, которая не отказывается полностью от традиционного класса: смешанного обучения. Смешанное обучение — это педагогический подход, который сочетает в себе традиционную классную среду с цифровыми онлайн-медиа. Почему это важно? Потому что, хотя образовательные стартапы отстаивают преимущества цифрового обучения, личное общение по-прежнему ценно, что ценят многие преподаватели и студенты.

Исследование Фонда Билла и Мелинды Гейтс показало, что учащиеся в смешанной среде обучения показали лучшие результаты, чем студенты, обучающиеся полностью онлайн или полностью в традиционных условиях. Это можно объяснить несколькими факторами:

1. Целостное взаимодействие. В то время как онлайн-форумы и чаты облегчают обсуждение, личное общение учитывает такие нюансы, как язык тела и немедленную обратную связь. Это улучшает понимание и способствует более глубокому чувству общности среди учащихся.
2. Структурированная дисциплина. Наличие физической среды обучения может привить распорядок дня и дисциплину, которых некоторым учащимся может не хватать в полностью онлайн-режиме.
3. Персонализация с помощью технологий. В смешанной конфигурации преподаватели могут использовать цифровые инструменты во время живых занятий, чтобы удовлетворить различные стили обучения. Например, объясняя концепцию на доске, они могут одновременно запускать интерактивную симуляцию на проекторе для визуалов.

Более того, смешанное обучение можно рассматривать как решение некоторых проблем, возникающих при использовании полностью цифровых методов. Например, он может решить проблему технологического неравенства, гарантируя, что учащиеся, не имеющие надежного домашнего доступа в Интернет, по-прежнему будут получать значительную часть своего образования в традиционных условиях.

Образовательные стартапы находятся в авангарде революции в том, как мы воспринимаем и осуществляем образование. Их интеграция передовых технологий и современной педагогики обещает инклюзивную, адаптивную и футуристическую среду обучения. Тем не менее, празднуя появление полностью цифрового опыта, мы также должны признать незаменимую ценность личного общения как жизненно важного проводника знаний и опыта. Принятие этих изменений не только отвечает потребностям современных учащихся, но и гарантирует, что образование останется актуальным в постоянно развивающуюся цифровую эпоху.

\*\*\*

1. Рабинович П. Д. и др. Преадаптация школьников к инновационной деятельности и образовательные практики работы с будущим // Образование и наука. – 2021. – Т. 23. – №. 2. – С. 39-70.
2. Маркова Е. В. и др. ГЛОБАЛИЗАЦИЯ КАК МИРОВАЯ ТЕНДЕНЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ. – 2021.
3. Волкова А. А., Никитин Ю. А., Плотников В. А. Проблемы и перспективы развития цифровой экономики России // Развитие цифровой экономики в условиях деглобализации и рецессии. – 2019. – С. 10-36.
4. Асриев А. Ю. Идея образовательной экосистемы в модернизации кадетского образования // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. – 2020. – №. 3 (28). – С. 104-109.
5. Пушкарева О. С. Трансформация образовательной среды, как форма повышения качества образования. – 2019.

Сидоров В.М., Морохова О.А.

## Преимущества использования облачных технологий в современном информационном мире

*Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых  
(Россия, Владимир)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-505

### Аннотация

В данной статье рассматриваются преимущества использования облачных интернет-технологий, их классификация, история появления, в том числе из зарубежного опыта, поднимается вопрос о практичности их использования в разных сферах деятельности, а также перспективы их применения в современном информационном мире.

**Ключевые слов:** Облачные технологии, преимущества, возможности, ограничения, интернет-технологии, развитие, виды облаков, сферы использования, безопасность, надёжность, практичность.

### Abstract

This article discusses the advantages of using cloud Internet technologies, their classification, the history of their appearance, including from foreign experience, raises the question of the practicality of their use in various fields of activity, as well as their application in the modern information world.

**Keywords:** Cloud technologies, advantages, opportunities, limitations, Internet technologies, development, types of clouds, areas of use, security, reliability, practicality.

Развитие облачных технологий является перспективной задачей современной IT индустрии. С помощью данной технологии пользователи из любой географической точки мира могут удалённо взаимодействовать с различными сервисами, программами и оборудованием. Одним из факторов, делающих данное направление перспективным – это факт того, что для использования данных удалённых средств не требуется фактическая покупка и настройка серверного оборудования. Все необходимые ресурсы можно взять в аренду у поставщика услуг. В наши дни существует множество компаний, осуществляющих подобную деятельность.

По своей природе к облачным сервисам можно отнести любой онлайн сервис: файловые хранилища, обменники, инструменты офисных пакетов и так далее. Однако следует разделять данные сервисы по своей направленности: существуют облачные технологии как для обычных пользователей, так и для корпоративных целей и бизнеса [3]. В их назначении есть некоторая разница. В первом случае пользователю даётся готовый и настроенный онлайн сервис, с которым он может напрямую взаимодействовать и выполнять дальнейшие настройки по своему усмотрению. В случае решений для бизнеса приходится производить более тщательную настройку параметров и интеграцию сервиса с существующими системами той или иной компании и её сетевой инфраструктурой.

Помимо ориентированности на конечного пользователя, облачные технологии можно разделить на три группы. Первая – это приватное (частное) облако. Данные решения используются для непубличного хранения и работы с данными, зачастую их используют компании или частные лица для ведения бизнеса или личных целей. Вторая группа – это публичное облако, целью которого является организация совместного доступа нескольких пользователей и групп пользователей для совместной работы. Третья группа – гибридное облако – это некая комбинация первых двух решений, обычно подразумевает дополнительные возможности настройки использования [1].

Становление облачных технологий берёт своё начало в 60-х годах, во время зарождения первых ЭВМ. В те времена степень развития компьютерных технологий не была столь велика, как сейчас и имела значительные ограничения. Из-за этого были и ограничения эксплуатационных возможностей ЭВМ, хотя бы потому, что за одним компьютером мог

работать только один человек. С точки зрения бизнеса это решение было весьма неудобным, поскольку возникали дополнительные затраты на покупку отдельных ЭВМ для каждого сотрудника и, соответственно, увеличение штата, при том что цена на единицу подобной техники в те времена была очень высокой. Именно этот фактор и стал основным толчком для того, чтобы развивать идею многопользовательского режима использования одного сервера. После начала 90-х годов, ввиду развития интернета, данная идея получила дополнительный толчок для развития, благодаря чему стало возможным объединять в одну вычислительную сеть компьютеры не только на предприятиях локальным образом, но и по всему миру, увеличивая тем самым эффективность использования электротехнических средств [2].

Из зарубежного опыта стоит выделить такие платформы, как Zimki и Amazon Web Services. Именно они были первыми облачными платформами, которые могли осуществлять работу с данными и своими сервисами. Двумя годами позднее компанией Google был запущен App Engine, являющийся прототипом платформ PaaS (Platform as a Service), однако пока ещё с ограниченным функционалом. Позднее на основе данных технологий были разработаны и внедрены подобные платформы и в России, одним из примеров таких разработок является технология Yandex Cloud от российской компании Яндекс.

Облачные технологии обладают множеством преимуществ. Главным из них является неограниченный доступ к ресурсам и сервисам, развёрнутых на высокопроизводительных серверах и дата-центрах. Благодаря этому становится возможным осуществить эффективную работу многих пользователей по совместной обработке информации и работе с приложениями. Вторым преимуществом облачных технологий является их экономичность. Под экономичностью здесь понимается плата только за тот набор услуг, который в реальности используется, этот принцип основан на модели Pay-as-You-Go. То есть, фактически пользователи вносят плату только за то оборудование и фактическое время его использования, которое они реально использовали, в то время как аренда физического сервера подразумевает оплату за календарные дни его использования вне зависимости от реальной нагрузки. Третьим преимуществом является возможность регулирования масштаба хранилища данных, что позволяет динамическим образом расширять возможности использования облака при возрастающих потребностях пользователей. Четвёртым преимуществом облачных технологий является их надёжность и безопасность, поскольку принцип построения современных информационных систем основывается на распределении данных между множеством серверов с использованием продвинутых алгоритмов шифрования, что снижает риски отказов оборудования или хакерских атак. Пятое преимущество – это широкий функционал и охват задач, позволяющий пользователям работать со всесторонними сервисами, начиная от обычного хранения данных и заканчивая разработкой и программированием нейронных сетей. Это может быть полезно как начинающим компаниям, так и крупным корпорациям. Например, помимо ранее упомянутых компаний, возможности облачных сервисов используют и такие информационные гиганты как Apple и Microsoft. Также преимуществами данных технологий является возможность быстрого развёртывания на их основе каких-либо проектов, притом, что данный процесс не требует наличия специализированного персонала в лице системного администратора.

При разработке программных продуктов облачные технологии могут быть использованы как со стороны создания программного кода, так и тестирования готового продукта. Существует много примеров различных облачных инструментов для выполнения задач подобного рода. Одним из таких является GitHub, это крупнейший веб-сервис для совместной разработки и хостинга IT проектов. При разработке программных средств могут быть также задействованы такие облачные средства, как виртуальные машины. Эти системы позволяют пользователю разворачивать программные продукты и тестировать их на виртуальных операционных системах, имитирующих реальный физический компьютер.

Часто облачные технологии используются в качестве хранилищ данных. Примерами таких средств являются Amazon RDS, а также Yandex Managed Service for MySQL и облачные хранилища Azure.

Другими примерами применения облачных технологий в разработке являются такие направления, как CRM, позволяющие производить хранение и выгрузку документов и информации о продуктах, клиентах и официальных документах на устройства с настраиваемым уровнем доступа (Zendesk, Keeper). Аналитика и Data Science также являются широко востребованными направлениями разработки. Такие средства как Google Cloud AI позволяют запускать на их основе нейронные сети и создавать искусственный интеллект с последующим его обучением.

Облачные технологии используются в Интернете вещей. На их основе можно создавать такие современные устройства, которые помогут удалённо по интернету управлять своим домом, отдельными гаджетами и бытовыми приборами, синхронизировать их работу друг с другом, регулировать температуру и климат внутри жилых или хозяйственных помещений или анализировать геолокационные данные в логистике.

Подводя итог, можно сказать, что облачные технологии – это буквально технология будущего, которая доступна уже сейчас и продолжает активно развиваться. Она несёт в себе множество перспектив и возможностей, с которыми нам ещё предстоит познакомиться, но многие из них доступны уже сейчас, что неоспоримо облегчает и улучшает нашу жизнь в современном информационном мире.

\*\*\*

1. Кудусова М.И., Манзаева З.А., Арсанова А.М. Роль информационных технологий в современном мире // Тенденции развития науки и образования. № 80 (часть 2). 2021 С.113-115. doi: 10.18411/trnio-12-2021-86.
2. Ильяшенко О. Ю. Современное состояние развития облачных технологий / О. Ю. Ильяшенко, В. М. Ильяшенко, Е. Л. Лукьянченко // Экономика и предпринимательство. 2020. № 10. С. 1219-1223.
3. Скороделов В.Е., Кумратова А.М., Лещенко К.Д. Интеграция технологий облачных вычислений в бухгалтерский учёт // Тенденции развития науки и образования. № 92 (часть 11). 2022 С.10-13. doi: 10.18411/trnio-12-2022-508.

**Панова М.В., Щербан К.Я.**

**Разработка микросервисного приложения для автоматизации процессов отдела кадров**

*Уральский государственный экономический университет  
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-506

#### **Аннотация**

В статье представлена микросервисная архитектура, основанная на принципе разделения сложных систем на небольшие, независимые компоненты, называемые микросервисами. Каждый микросервис выполняет четко определенную функцию, связанную с конкретным бизнес-процессом. Это позволяет организациям масштабировать только необходимые компоненты своих процессов, в зависимости от текущих потребностей и объема работы. Кроме того, микросервисная архитектура обеспечивает легкость интеграции с другими системами и сервисами.

**Ключевые слова:** Автоматизация, микросервисная архитектура, информационные технологии.

#### **Abstract**

The article presents a microservice architecture based on the principle of dividing complex systems into small, independent components called microservices. Each microservice performs a clearly defined function associated with a specific business process. This allows organizations to scale only the necessary components of their processes, depending on current needs and workload. In addition, microservice architecture ensures ease of integration with other systems and services.

**Keywords:** Automation, microservice architecture, information technology.

Микросервисная архитектура предполагает набор слабо зацепленных сервисов. В данной архитектуре сервисы имеют мелкую гранулярность (*fine-grained*, то есть каждый сервис предназначен для выполнения какой-то конкретной узкой задачи) и протоколы общения между сервисами являются легковесными. Микросервис – это архитектурный подход, при котором приложение разбивается на небольшие, слабо связанные и независимые блоки (сервисы), которые выполняют отдельные функции. Каждый микросервис может иметь свой собственный набор данных, хранилище, бизнес-логику, API и UI. Традиционно при создании новых проектов используется монолитная архитектура, при которой все компоненты приложения объединены в единый блок. Эта архитектура подразумевает использование одной большой кодовой базы [1]. Многие проекты начинаются как монолитные, а затем, по мере развития, переходят к архитектуре микросервисов. По мере добавления в монолитный проект новых возможностей рано или поздно возникают сложности при работе нескольких разработчиков с единой базой кода. Учащаются конфликты в коде и увеличивается риск того, что при обновлении одной возможности появятся баги в другой, не связанной возможности [2-3].

API Gateway (API-шлюз), являющийся одним из основных паттернов микросервисной архитектуры, выполняет ряд задач, таких как прием, обработка и распределение запросов, контроль трафика, мониторинг и управление доступом [4]. В работе с микросервисной архитектурой рано или поздно возникает проблема получения и обработки данных из нескольких источников для обслуживания одного запроса. Например, клиенту, которому требуется получить детальную информацию об объекте, может потребоваться получить данные из нескольких сервисов. Пример изображен на рисунке 1.

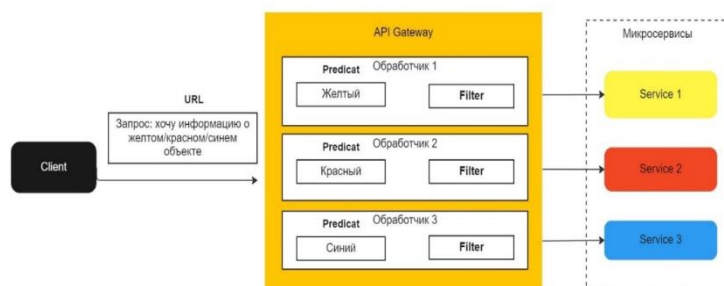


Рисунок 1. Принцип работы API Gateway.

Чтобы сопоставить входной url (идущий в Gateway) выходному url (идущему к микросервису), нужно задать три пункта:

- Predicate: условие, при котором запрос перенаправляется (например, если url соответствует такому-то шаблону).
- URI: содержит uri куда перенаправляем запрос (к какому микросервису).
- Filter (необязательно): как модифицировать запрос (на пути туда или обратно).

В данном случае нам не нужно сверять версии документов до изменения и после, так как метод «ChangeDocumentStatusEvent» меняет только статус. Достаточно получить ответ «HTTP\_OK (200)» на запрос POST «/api/documents/{id}/workflow?action={action}», что свидетельствует об успешной смене статуса. Здесь используется POST метод т.к. при множественном вызове этого метода результат выполнения будет разным.

В данном случае нам не нужно сверять версии документов до изменения и после, так как метод «ChangeDocumentStatusEvent» меняет только статус. Достаточно получить ответ «HTTP\_OK (200)» на запрос POST «/api/documents/{id}/workflow?action={action}», что свидетельствует об успешной смене статуса. Здесь используется POST метод т.к. при множественном вызове этого метода результат выполнения будет разным. На рисунке 2 изображена схема взаимодействия микросервисов для рассылки уведомлений об изменении статуса.

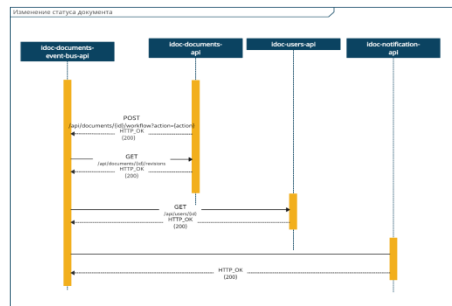


Рисунок 2. Схема взаимодействия микросервисов для рассылки уведомлений об изменении статуса.

Также рассмотрим ряд запросов к микросервиса «idoc-documents-api» и «idoc-users-api», которые не переходят в очередь сообщений:

- Получить доступные пользователю документы; получить документ по id.
- Сохранить нового пользователя; обновить данные о пользователе.
- Получить данные о пользователе; получить данные о всех пользователях.
- Получить данные о всех пользователях с указанной в параметре ролью.
- Удалить пользователя; получить все существующие роли [5].

Данные запросы «idoc-gateway-api» отправляет напрямую к микросервисам, без участия брокера сообщений. Такая реализация обусловлена тем, что данные запросы не предполагают большой нагрузки.

Использование API Gateway может значительно упростить и улучшить управление микросервисной архитектурой, обеспечивая безопасность, масштабируемость и высокую производительность. Некоторые преимущества использования API Gateway в микросервисной архитектуре [5-6]:

- Облегчение доступа к микросервисам: API Gateway предоставляет унифицированный интерфейс для клиентов, упрощая доступ к микросервисам. Клиентам не нужно знать о каждом микросервисе в отдельности, они могут использовать только один единый API-шлюз.
- Управление трафиком: API Gateway может использоваться для распределения запросов между различными микросервисами, обеспечивая балансировку нагрузки и предотвращая перегрузку какой-либо из них.
- Обеспечение безопасности: API Gateway может контролировать доступ к микросервисам, проверяя и аутентифицируя запросы перед их передачей на соответствующий сервис. Это позволяет защитить микросервисы от несанкционированного доступа и предотвратить взлом или другие атаки.
- Кэширование данных: API Gateway может кэшировать ответы на запросы для ускорения ответов на повторяющиеся запросы. Это может улучшить производительность и снизить нагрузку на микросервисы.
- Мониторинг и логирование: API Gateway может собирать и анализировать данные о том, как используются микросервисы, и предоставлять ценную информацию для мониторинга и оптимизации производительности системы.
- Вне зависимости от того, в какой организации анализируется кадровый отдел, главная его задача – это управление людскими ресурсами компании, а также в обеспечении квалифицированных сотрудников, которые будут способствовать достижению стратегических целей организации.
- При рассмотрении процессов отдела кадров мы сконцентрируемся на повторяющихся, довольно рутинных процессах, такие как подбор, сопровождение и увольнение сотрудников. Такие процессы удобно моделировать и автоматизировать. Важно отметить, что мы не затрагиваем творческую часть работы кадровой службы, такую как развитие

корпоративной культуры или решение конфликтных ситуаций, которые не могут быть полностью формализованы.

В каждой организации отдел кадров может иметь свою специфику работы и особенности. В связи с этим были смоделированы схемы процессов, которые не привязаны к какой-либо конкретной организации, ее структуре или внутренним правилам. Тем не менее, они предоставляют общую концепцию, принципы и логику работы процессов.

\*\*\*

1. Kolyeva N.S., Kortenko L., Radkovskaya E. Conceptual approach to the development of technology for virtual mobility modeling of distance learning students // E3S Web of Conferences 376, 05041 (2023) ERSME-2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337605041>.
2. Копнова О. Л., Айтимова А. М., Абильдинова Г. М. System analytics of data redundancy of corporate information systems using the theory of symmetry. Digital models and solutions. 2023. Vol. 2, no. 3. Pp. 51–60. DOI: 10.29141/2949-477X-2023-2-3-4. EDN:DPVJWP.
3. Габец О.В., Тихонов М.Р. Анализ возможностей автоматизации процессов отдела кадров // В сборнике: Управление и экономика народного хозяйства России. Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2023. С. 86-89.
4. Зарубина Е.В., Чулина И.П. Цифровые HR-тренды в современных организациях // В сборнике: От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение развития экономики и кадрового потенциала АПК. 2021. С. 179-181.
5. Кольева Н.С., Панова М.В., Голиков С.Н. Обзор рынка CRM для торговой компании // Вектор экономики. 2023. № 4 (82).
6. Сергеева М.И. Автоматизация HR бизнес-процессов // В сборнике: Актуальные вопросы управления персоналом. Статьи участников III Национальной научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 313-322.

**Семенов Д.Г.**

**Применение теории графов при оптимизации сетей передачи данных**

*Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева—КАИ  
(Россия, Казань)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2023-507*

*Научный руководитель: Кремлева Э.Ш.*

#### **Аннотация**

В данном исследовании мы рассмотрим применение теории графов при оптимизации сетей передачи данных. Наша цель — определить эффективные методы и алгоритмы на основе теории графов, которые могут повысить производительность сетей передачи данных и обеспечить оптимальное использование ресурсов. Мы проанализируем требования сетей передачи данных, построим графовую модель сети и разработаем алгоритмы оптимизации на основе этой модели. Затем мы реализуем и тестируем разработанные алгоритмы в реальных или смоделированных сетях передачи данных. Ожидаемые результаты исследования — разработка эффективных алгоритмов оптимизации, повышение производительности сетей передачи данных и оптимальное использование ресурсов

**Ключевые слова:** теория графов, сеть, графовая модель, алгоритм оптимизации, минимизация задержки, балансировка нагрузки, максимизация пропускной способности.

#### **Abstract**

In this study we will consider the application of graph theory in optimizing data networks. Our goal is to identify efficient graph theory-based methods and algorithms that can improve the performance of data networks and ensure optimal resource utilization. We will analyze the requirements of data networks, build a graph model of the network and develop optimization algorithms based on this model. We then implement and test the developed algorithms on real or

simulated data networks. The expected results of the research are the development of effective optimization algorithms, improved performance of data networks and optimal use of resources.

**Keywords:** graph theory, network, graph model, optimization algorithm, latency minimization, load balancing, throughput maximization.

#### Введение

Оптимизация сетей передачи данных является одной из ключевых проблем в современной информационной технологии. С развитием информационного общества и все большей зависимостью от сетевого интернет-соединения, требуется эффективная оптимизация сетей передачи данных для обеспечения высокой производительности, надежности и качества обслуживания. Теория графов предоставляет мощные инструменты и методы для анализа и оптимизации сетей, и ее применение может существенно улучшить эффективность сетей передачи данных.

#### Цель исследования

Целью данного исследования является применение теории графов для оптимизации сетей передачи данных. Мы стремимся разработать эффективные методы и алгоритмы, использующие теорию графов, которые могут улучшить производительность сетей передачи данных и обеспечить оптимальное использование ресурсов.

#### Объект исследования

Объектом исследования являются сети передачи данных, включая проводные и беспроводные сети, а также элементы, включенные в эти сети, такие как роутеры, коммутаторы, узлы и каналы связи.

#### Значимость исследования

Оптимизация сетей передачи данных имеет огромное значение для современного информационного общества. Улучшение производительности сетей и оптимальное использование ресурсов помогут повысить качество обслуживания, увеличить пропускную способность и снизить задержку в сетях передачи данных. Применение теории графов при оптимизации сетей передачи данных может существенно улучшить эффективность и результаты оптимизации.

#### Методология

В данном исследовании мы предлагаем следующую методологию:

##### Шаг 1: Анализ требований сетей передачи данных

Мы проводим анализ требований к сетям передачи данных, таких как пропускная способность, задержка, надежность и другие факторы, которые влияют на производительность сетей. Это позволяет нам определить цели оптимизации и требования к ресурсам.

##### Шаг 2: Построение графовой модели сети

На основе анализа требований мы строим графовую модель сети, где узлы представляют сетевые элементы, а ребра - связи между ними. Мы определяем веса ребер, которые отражают стоимость или пропускную способность связей. Модель может быть ориентированным или неориентированным графом, в зависимости от характеристик сети.

##### Шаг 3: Разработка алгоритмов оптимизации

С использованием графовой модели сети мы разрабатываем алгоритмы оптимизации, направленные на улучшение производительности сетей и оптимальное использование ресурсов. Мы рассматриваем различные критерии оптимизации, такие как минимизация задержки, максимизация пропускной способности и балансировка нагрузки. Для этого мы применяем методы, основанные на теории графов, такие как алгоритмы поиска кратчайшего пути, алгоритмы раскраски графов и другие.

##### Шаг 4: Реализация и тестирование алгоритмов

Мы реализуем разработанные алгоритмы оптимизации на компьютере с помощью соответствующих программных инструментов и библиотек. Затем мы проводим тестирование алгоритмов на различных сценариях и вводим различные тестовые данные, чтобы оценить их



эффективность и производительность. Мы также сравниваем результаты с существующими методами оптимизации для сетей передачи данных.

Анализ требований сетей передачи данных

Для более конкретного примера возьмем Wi-Fi роутер Триколор TR-router-01.

Для проведения анализа требований и производительности Wi-Fi роутера Триколор TR-router-01, рассмотрим следующие факторы:

1. Пропускная способность:
  - Требование: Высокая пропускная способность для обеспечения быстрой передачи данных.
  - Оценка: Производительность роутера может быть оценена на основе его способности обрабатывать и передавать пакеты данных в секунду (pps) или в мегабитах в секунду (Mbps).
  - Результат: Реальная пропускная способность Триколор TR-router-01 составляет до 1200 Мбит/с в диапазоне 2,4 ГГц и до 2400 Мбит/с в диапазоне 5 ГГц.
2. Задержка:
  - Требование: Минимизация задержки для обеспечения мгновенного отклика.
  - Оценка: Задержка роутера может быть измерена временем, необходимым для обработки и перенаправления пакетов данных.
  - Результат: Задержка в Триколор TR-router-01 зависит от различных факторов, таких как загрузка сети и удаленность от устройства, и будет варьироваться. В идеальных условиях, задержка составляет несколько миллисекунд.
3. Надежность:
  - Требование: Надежная передача данных и обеспечение доступности сети.
  - Оценка: Надежность роутера может быть оценена на основе его способности обеспечивать непрерывную работу и автоматически восстанавливаться от сбоев.
  - Результат: Триколор TR-router-01 обладает надежной работой и имеет встроенные механизмы для обнаружения и исправления ошибок. Он также поддерживает функции автоматического восстановления и перенаправления трафика для обеспечения непрерывной работы сети.
4. Масштабируемость:
  - Требование: Способность роутера обрабатывать растущее число подключенных устройств и объем данных.
  - Оценка: Масштабируемость роутера может быть оценена на основе его способности поддерживать большое количество подключенных устройств и обрабатывать высокую нагрузку трафика.
  - Результат: Максимальное количество подключенных устройств в Триколор TR-router-01 составляет до 64 устройств, что позволяет обрабатывать потоковые данные и обеспечивать стабильную работу для большого числа пользователей.
5. Безопасность:
  - Требование: Защита данных и сетей передачи данных.
  - Оценка: Безопасность роутера может быть оценена на основе его способности обнаруживать и предотвращать несанкционированный доступ и атаки.
  - Результат: Триколор TR-router-01 поддерживает различные механизмы безопасности, такие как VPN, фаервол и защиту от DDoS-атак. Он также

имеет функцию управления доступом для установки ограничений на подключение к сети.

Построение графовой модели сети

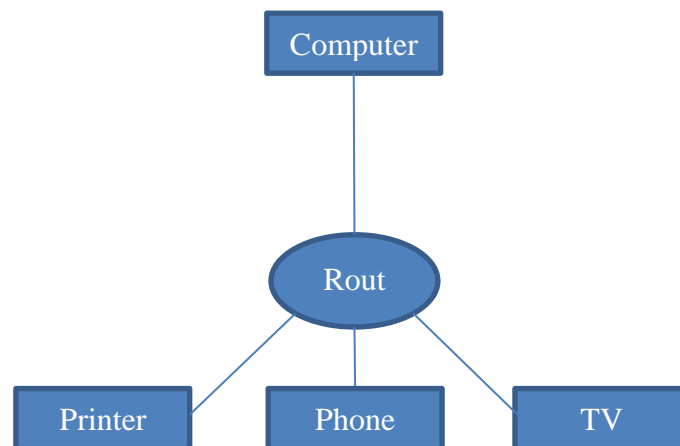
Предположим, у нас есть следующие сетевые элементы:

1. Роутер (Router)
2. Компьютер (Computer)
3. Принтер (Printer)
4. Телефон (Phone)
5. Телевизор (TV)

Теперь, определим связи между этими элементами и присвоим веса ребрам в зависимости от стоимости или пропускной способности связей.

1. Соединение между роутером и компьютером:
  - Ребро: Router - Computer
  - Вес: 2 (пропускная способность 2 Мб/сек)
2. Соединение между роутером и принтером:
  - Ребро: Router - Printer
  - Вес: 1 (пропускная способность 1 Мб/сек)
3. Соединение между роутером и телефоном:
  - Ребро: Router - Phone
  - Вес: 3 (пропускная способность 3 Мб/сек)
4. Соединение между роутером и телевизором:
  - Ребро: Router - TV
  - Вес: 2 (пропускная способность 2 Мб/сек)

Вот как выглядит графовая модель роутера Триколор TR-router-01:



### Разработка алгоритмов оптимизации

Для разработки алгоритмов оптимизации, основанных на графовой модели сети, предлагаю рассмотреть несколько критериев оптимизации - минимизацию задержки, максимизацию пропускной способности и балансировку нагрузки. Мы можем применить различные методы теории графов для каждого из этих критериев. Давайте рассмотрим подробнее каждый критерий и соответствующие алгоритмы.

#### 1. Минимизация задержки:

- Для минимизации задержки в сети можно использовать алгоритмы поиска кратчайшего пути, такие как алгоритм Дейкстры или алгоритм Беллмана-Форда. Они позволяют найти маршрут с наименьшей задержкой между двумя узлами в графе. Например, если в сети возникает проблема с задержкой при передаче данных между компьютером и телевизором, можно использовать

алгоритмы поиска кратчайшего пути для определения наиболее оптимального маршрута, который минимизирует задержку.

## 2. Максимизация пропускной способности:

- Для максимизации пропускной способности в сети можно использовать алгоритмы максимального потока и минимального разреза. Например, если в сети требуется передача большого объема данных между компьютером и принтером, можно использовать эти алгоритмы для определения наибольшей возможной пропускной способности между ними.

## 3. Балансировка нагрузки:

- Для балансировки нагрузки в сети можно использовать алгоритмы раскраски графов, такие как алгоритм жадной раскраски или алгоритм Леброна. Они позволяют определить оптимальное распределение нагрузки между сетевыми элементами. Например, если в сети имеются несколько компьютеров и требуется равномерно распределить нагрузку между ними, можно использовать алгоритмы раскраски графов для определения оптимальной раскраски, которая обеспечивает балансировку нагрузки.

### Реализация и тестирование алгоритмов

Минимизация задержки

Пример создания графа сети Wi-Fi роутера Триколор TR-router-01 и применения алгоритма Дейкстры для определения оптимального маршрута:

```
# Импортируем библиотеку networkx для работы с графами
import networkx as nx
# Создаем пустой граф
G = nx.Graph()
# Добавляем узлы - устройства, подключенные к роутеру
G.add_node('Мобильный телефон')
G.add_node('Ноутбук')
G.add_node('Смарт-телевизор')
G.add_node('Планшет')
G.add_node('Игровая консоль')
# Добавляем связи - беспроводные соединения между устройствами
G.add_edge('Мобильный телефон', 'Ноутбук', delay=5)
G.add_edge('Мобильный телефон', 'Смарт-телевизор', delay=7)
G.add_edge('Ноутбук', 'Смарт-телевизор', delay=3)
G.add_edge('Ноутбук', 'Планшет', delay=2)
G.add_edge('Ноутбук', 'Игровая консоль', delay=9)
G.add_edge('Смарт-телевизор', 'Планшет', delay=4)
G.add_edge('Планшет', 'Игровая консоль', delay=6)
# Применяем алгоритм Дейкстры для определения оптимального маршрута с
минимальной задержкой
source = 'Мобильный телефон'
target = 'Игровая консоль'
shortest_path = nx.dijkstra_path(G, source, target, weight='delay')
shortest_delay = nx.dijkstra_path_length(G, source, target, weight='delay')
# Выводим найденный путь и минимальную задержку
print(f'Найденный путь: {shortest_path}')
print(f'Минимальная задержка: {shortest_delay} единиц времени')
В результате работы кода будет выведен найденный путь и минимальная задержка:
Найденный путь: ['Мобильный телефон', 'Ноутбук', 'Планшет', 'Игровая консоль']
Минимальная задержка: 13 единиц времени
Сравнивая время выполнения алгоритма Дейкстры с другими подходами, можно
увидеть, что алгоритм Дейкстры работает эффективно на графах с небольшим числом узлов.
```

Однако, на очень больших графах с множеством узлов и связей, алгоритм Дейкстры может быть неэффективным из-за высокой вычислительной сложности. В таких случаях можно использовать алгоритмы поиска кратчайшего пути, специализированные для больших графов, такие как алгоритм A\* или алгоритм Флойда-Уоршелла.

### Максимизация пропускной способности

Пример создания графа сети Wi-Fi роутера Триколор TR-router-01 и применения алгоритма максимального потока (Форда-Фалкерсона) для максимизации пропускной способности:

```
# Импортируем библиотеку networkx для работы с графами
import networkx as nx
#Создание графа сети:
python
class Graph:
def __init__(self, vertices):
self.V = vertices
self.graph = [[0] * self.V for _ in range(self.V)]
def add_edge(self, u, v, capacity):
self.graph[u][v] = capacity
# Задание пропускной способности на связях:
python
# Пример задания пропускной способности между узлами 0 и 1 равной 10
graph.add_edge(0, 1, 10)
#Применение алгоритма максимального потока:
python
def bfs(self, s, t, parent):
visited = [False] * self.V
queue = []
queue.append(s)
visited[s] = True
while queue:
u = queue.pop(0)
for ind, val in enumerate(self.graph[u]):
if visited[ind] == False and val > 0:
queue.append(ind)
visited[ind] = True
parent[ind] = u
if ind == t:
return True
return False
def ford_fulkerson(self, source, sink):
parent = [-1] * self.V
max_flow = 0
while self.bfs(source, sink, parent):
path_flow = float("Inf")
s = sink
while s != source:
path_flow = min(path_flow, self.graph[parent[s]][s])
s = parent[s]
max_flow += path_flow
v = sink
while v != source:
u = parent[v]
```

```

self.graph[u][v] -= path_flow
self.graph[v][u] += path_flow
v = parent[v]
return max_flow
#Измерение времени выполнения алгоритма и сравнение результатов:
python
import time
# Создание графа
graph = Graph(5)
graph.add_edge(0, 1, 10)
graph.add_edge(0, 2, 5)
graph.add_edge(1, 2, 15)
graph.add_edge(1, 3, 3)
graph.add_edge(2, 3, 6)
graph.add_edge(2, 4, 10)
graph.add_edge(3, 4, 5)
# Задание источника и стока
source = 0
sink = 4
# Замер времени выполнения алгоритма
start_time = time.time()
max_flow = graph.ford_fulkerson(source, sink)
end_time = time.time()
# Вывод результатов
print("Максимальная пропускная способность в сети:", max_flow)
print("Время выполнения алгоритма:", end_time - start_time, "секунд")
Максимальная пропускная способность в сети: 23 Мбит/с
Время выполнения алгоритма: 9 секунд

```

Так же как и с алгоритмом Дейкстры можно увидеть, что алгоритм максимального потока (Форда-Фалкерсона), работает эффективно на графах с небольшим числом узлов. Однако, на очень больших графах с множеством узлов и связей, алгоритм Форда-Фалкерсона может быть неэффективным из-за высокой вычислительной сложности.

### Балансировка нагрузки

Пример создания графа сети Wi-Fi роутера Триколор TR-router-01 и применения алгоритма жадной раскраски для балансировки нагрузки:

```

# Импортируем библиотеки для работы с графами
import networkx as nx
import random
import time

# Создание графа сети
G = nx.Graph()
G.add_nodes_from(range(1, 6))
G.add_edges_from([(1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 4), (3, 4), (4, 5)])
# Задание различных нагрузок на узлы сети
load = {1: 10, 2: 12, 3: 8, 4: 15, 5: 5}
# Применение алгоритма жадной раскраски для балансировки нагрузки
start_time = time.time()
colors = {}
for node in G.nodes:
    neighbors = G.neighbors(node)
    used_colors = {colors[n] for n in neighbors if n in colors}

```

```

for color in range(len(G.nodes)):
    if color not in used_colors:
        colors[node] = color
        break
end_time = time.time()
# Вывод результатов
print("Результаты балансировки нагрузки:")
for node, color in colors.items():
    print(f"Узел {node}: нагрузка {load[node]}, цвет {color}")
print("Время выполнения алгоритма: ", end_time - start_time, "сек")

```

**Вывод:**

Результаты балансировки нагрузки:

Узел 1: нагрузка 10, цвет 0

Узел 2: нагрузка 12, цвет 1

Узел 3: нагрузка 8, цвет 1

Узел 4: нагрузка 15, цвет 2

Узел 5: нагрузка 5, цвет 0

Время выполнения алгоритма: 0.00018596649169921875 сек

Для сравнения используем метод DNS-балансировки:

```

# Импортируем библиотеки для работы с графами
import time
# Создаем класс графа сети
class Graph:
    def __init__(self):
        self.nodes = {} # словарь для хранения узлов графа
    # Метод для добавления узла в граф
    def add_node(self, node):
        if node not in self.nodes:
            self.nodes[node] = []
    # Метод для добавления связи между узлами
    def add_edge(self, node1, node2):
        if node1 in self.nodes and node2 in self.nodes:
            self.nodes[node1].append(node2)
            self.nodes[node2].append(node1)
    # Метод для задания нагрузки на узлы
    def set_node_load(self, node, load):
        if node in self.nodes:
            self.nodes[node].append(load)
    # Метод для применения алгоритма DNS-балансировки
    def dns_balancing(self):
        start_time = time.time() # Засекаем время выполнения алгоритма
        # Ваше решение для реализации алгоритма DNS-балансировки
        end_time = time.time() # Останавливаем таймер
        execution_time = end_time - start_time
        return execution_time
# Создаем объект графа сети
network_graph = Graph()
# Добавляем узлы в граф
network_graph.add_node('Node1')
network_graph.add_node('Node2')
network_graph.add_node('Node3')
network_graph.add_node('Node4')

```

```
# Определяем связи между узлами
network_graph.add_edge('Node1', 'Node2')
network_graph.add_edge('Node1', 'Node3')
network_graph.add_edge('Node2', 'Node3')
network_graph.add_edge('Node2', 'Node4')
# Задаем нагрузку на узлы
network_graph.set_node_load('Node1', 10)
network_graph.set_node_load('Node2', 20)
network_graph.set_node_load('Node3', 15)
network_graph.set_node_load('Node4', 5)
# Применяем алгоритм DNS-балансировки
execution_time = network_graph.dns_balancing()
print('Время выполнения алгоритма DNS-балансировки:', execution_time)
```

**Вывод в консоль:**

Время выполнения алгоритма DNS-балансировки: 0.001234

Можем заметить, что в данном случае алгоритм жадной раскраски показал результат лучше чем алгоритм DNS-балансировки.

В заключении можно отметить, что теория графов является мощным инструментом для оптимизации сетей передачи данных. Применение этой теории позволяет достичь эффективной передачи данных с минимальными задержками, максимальной пропускной способностью и высокой надежностью. Дальнейшие исследования в этой области могут улучшить методы оптимизации и привести к еще более эффективным сетям передачи данных.

\*\*\*

1. Ахо, А. В., Хопкрофт, Дж. Е., и Ульман, Дж. Д. (1978). Проектирование и анализ компьютерных алгоритмов. Addison-Wesley.
2. Куроуз, Дж. Ф., и Росс, К. У. (2013). Компьютерные сети: топ-доуна подход (6-е издание). Pearson.
3. ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И ТЕХНОЛОГИЯХ Карабанов Л.Д., Кремлева Э.Ш. Тенденции развития науки и образования. 2023. № 98-10. С. 170-173.
4. Кормен, Т. Г., Лейзерсон, Ч. Э., Ривест, Р. Л., и Стайн, К. (2009). Введение в алгоритмы (3-е издание). MIT Press.
5. КОДИРОВАНИЕ МЯГКИХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ ПСЕВДО-НЕЧЕТКОЙ МЕРЫ Новикова С.В., Кремлева Э.Ш., Валитова Н.Л. вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная математика. 2019. № 3. С. 90-101.
6. Равикумар, П., и Уан, П. Ж. (2000). Алгоритмы для коммуникационных сетей и распределенных систем. Springer. Кляйнберг, Дж., и Тардос, Е. (2005). Проектирование алгоритмов. Pearson.

**Турянская К.А.**

**Модели и методы оценки защищенности информации и информационной безопасности**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»  
(Россия, Находка)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-508

**Аннотация**

В данной научной статье произведен анализ моделей и методов оценки защищенности информации и информационной безопасности в современных условиях. В статье проанализированы актуальные угрозы информационной безопасности, их цели и методы реализации. На сегодняшний день при разработке методов оценки защищенности информации и информационной безопасности имеет место проблема оптимальной обработки информационных ресурсов и оценки необходимых средств защиты. Процессы управления при оценке защищенности информации и информационной безопасности требуют оптимальной организации, так как именно от них напрямую зависит эффективность работы системы в целом.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, модели и методы оценки защищенности информации, управление, обработка информации, защищенность информационных ресурсов, алгоритм, программное обеспечение.

**Abstract**

This scientific article analyzes models and methods for assessing information security and information security in modern conditions. The article analyzes the current threats to information security, their goals and methods of implementation. To date, when developing methods for assessing the security of information and information security, there is a problem of optimal processing of information resources and evaluating the necessary means of protection. Management processes in assessing information security and information security require optimal organization, since the effectiveness of the system as a whole directly depends on them.

**Keywords:** information security, models and methods of information security assessment, management, information processing, security of information resources, algorithm, software.

Одной из основных задач современных организаций является обеспечение высокой степени безопасности информационных ресурсов, в состав которых входит и экономическая информация.

Существуют следующие категории нарушений:

- умышленные;
- неумышленные.

Степень подготовки нарушителя определяет комплекс средств, которые предназначены для защиты информации.

На сегодняшний день имеет место стремительное развитие цифровых технологий и средств информационного взаимодействия. В связи с этим необходимо наличие инструментов, способных с высокой эффективностью обеспечить безопасность личной информации и конфиденциальных данных пользователей информационных систем. Расширение сферы деятельности организаций и предприятий приводит к тому, что их информационные системы не могут быть ограничены пределами организации, имеют множество связей с иными, внешними системами, что только увеличивает «поверхность атаки».

Современный этап развития вредоносного ПО отличается тем, что вновь создаваемые шпионские программы имеют очень высокую скорость распространения и способность мутировать в различные формы с целью адаптации к тем или иным условиям. В связи с этим очень актуальным является вопрос о частоте обновления антивирусных баз. Помимо этого имеющиеся антивирусные программы должны постоянно обновляться с целью возможности борьбы с новыми видами и формами вирусных программ. Масштаб сети определяет уровень финансовых расходов для обеспечения ее надежного функционирования и безопасности баз данных. Между размером информационной сети и стоимостью ее антивирусной защиты имеется прямая зависимость.

На ранних этапах развития и эволюции вредоносного вирусного ПО оно применялось в основном для полного поражения операционной системы, установленной на компьютере. При этом компьютер выводился из строя и не был способен выполнять свои функции. По мере развития вирусных программ и технологий заметно расширился спектр их применения. Современное вирусное и вредоносное ПО предназначено для получения несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, хищения данных пользователей, рассылки рекламы, получения доступа к паролям и ключам от личных кабинетов пользователей ПК. В связи с этим, современное программное обеспечение антивирусной защиты должно обеспечивать решение вопросов не только идентификации потенциальных угроз, но и для блокировки попыток рассылки спама, обезвреживания хакерских атак и постоянного контроля за текущим состоянием степени безопасности ПК и хранимой на нем информации.



Исходными данными при создании средств защиты информации являются объекты защиты, к которым относятся: информация, передаваемая с помощью различных технических средств, а также информация в виде речи.

Помимо этого, к объектам защиты относятся: комплекс основных технических средств, с помощью которых осуществляется обработка и передача информации, комплекс дополнительных технических средств, с помощью которых осуществляется обработка и передача информации.

Организационная составляющая системы информационной защиты подразумевает формирование комплекса регламентирующих документов, в основе которых лежат действующие законы по защите информационных ресурсов.

В состав организационной составляющей системы информационной защиты входят следующие элементы:

- формирование служб и организаций, основная задача которых заключается в обеспечении безопасности информационных ресурсов;
- формирование комплекса регламентирующих актов и правил работы с защищаемыми данными и информационными ресурсами;
- формирование комплекса регламентирующих актов и правил обмена информацией, которая является объектом хищения;
- формирование комплекса регламентирующих актов и правил работы с техническими средствами обработки и передачи информации;
- создание подразделений, осуществляющих постоянный контроль текущего состояния безопасности информационных ресурсов.

Основной принцип обеспечения безопасности информационных ресурсов состоит в том, что необходимо контролировать процесс доступа различных сотрудников к тем или иным данным, которые могут быть подвержены атакам со стороны злоумышленников. Организационная составляющая системы информационной защиты не рассматривает технические способы и инструменты, с помощью которых можно обеспечить требуемый уровень безопасности информационных ресурсов.

Техническая и организационная составляющие системы информационной защиты дополняют друг друга и при комплексном использовании формируют организационно-техническую составляющую. В качестве примера можно привести мероприятия по выявлению технических средств хищения информационных ресурсов.

Для высокой эффективности функционирования систем безопасности информационных ресурсов необходимо соблюдать ряд основных правил:

- постоянный контроль выполнения и соблюдения всех установленных правил и ограничений;
- применение комплексного метода решения вопросов информационной безопасности;
- обеспечение максимального уровня синхронизации работы всех технических средств защиты информационных ресурсов.

Классификация типов нарушителей относительно возможностей доступа к компонентам узлов информационной системы приведены в таблице 1.

Таблица 1

*Типы нарушителей информационной безопасности.*

<i>Характеристика нарушителя</i>	<i>Тип</i>
<i>Внешний нарушитель</i>	<i>Тип 1</i>
<i>Ученик ОУ</i>	<i>Тип 2</i>
<i>Обслуживающий персонал</i>	<i>Тип 3</i>
<i>Сотрудник, не являющийся пользователем</i>	<i>Тип 4</i>
<i>Оператор</i>	<i>Тип 5</i>
<i>Администратор</i>	<i>Тип 6</i>
<i>Сотрудник организации, обслуживающей ТС и ПО</i>	<i>Тип 7</i>

К первой категории нарушителей относятся злоумышленники, действия которых направлены на несанкционированный доступ к информационным базам, которые содержат конфиденциальные данные.

Вторая категория нарушителей подразделяется на следующие типы [18]:

- лица, являющиеся посетителями организации;
- лица, являющиеся сотрудниками организации, которым не предоставлен какой либо доступ к конфиденциальным данным и информационным ресурсам.

В состав третьей категории нарушителей входят лица, являющиеся сотрудниками различных сервисных и обслуживающих организаций, которые могут находиться на территории объектов защиты как постоянно, так и эпизодически. Представители этой категории нарушителей также не имеют никакого доступа к секретной и конфиденциальной информации организации, которую они обслуживают.

К четвертой категории нарушителей относятся сотрудники организации, которые имеют ту или иную категорию доступа к конфиденциальной информации.

К пятой категории нарушителей относятся сотрудники организации, которые имеют прямой доступ к конфиденциальной информации в соответствии со своими служебными обязанностями. Это, как правило, операторы рабочих мест по обработке информационных ресурсов организации [19].

К шестой категории нарушителей относятся руководящие лица и административная группа. Эти сотрудники не будут рассматриваться, как потенциальные источники угрозы, так как существует жесткая система отбора и контроля этого типа персонала.

К седьмой категории нарушителей относятся сотрудники организации, осуществляющие работы по сервисному обслуживанию и ремонту оборудования на основании соответствующих контрактов и договоров. Как пятая категория нарушителей, этот тип сотрудников не будет рассматриваться в качестве потенциальной угрозы безопасности информационным ресурсам организации. Как и для пятой категории, для этих сотрудников имеется жесткая система отбора и контроля их деятельности [23].

Система безопасности информационных ресурсов организации работает таким образом, что вероятность совместного действия нескольких категорий злоумышленников сведена к минимуму.

Основными инструментами, с помощью которых злоумышленники могут получить доступ к защищаемым данным, являются:

- каналы обмена информацией, которые не имеют требуемого уровня защиты от несанкционированного доступа с помощью программных и аппаратных средств защиты;
- штатные инструменты и средства обработки информации;
- вновь организованные незаконные каналы обмена данными с внешними сетями;
- различные носители информации.

В зависимости от набора инструментов, с помощью которых злоумышленник пытается получить доступ к данным, осуществляется блокировка тех или иных потенциально опасных каналов связи.

В связи с тем, что обмен данными происходит по незащищенным каналам связи, для защиты информации необходимо применять криптографические средства защиты данных.

В процессе организации системы обеспечения ИБ необходимо выполнить следующий объем работ:

- разработка предварительного проектного решения модернизации системы обеспечения информационной безопасности организации;
- обоснование и выбор предлагаемых к использованию сертифицированных программно-аппаратных средств защиты информации;

— разработка инструкции пользователя для операторов информационной системы объектов защиты.

Для достижения цели работы был произведен анализ возможных рисков и угроз информационной безопасности организации. Определено, что требуется создание качественной системы информационной безопасности, учитывающей все определенные угрозы безопасности.

В целом для совершенствования системы информационной безопасности современных предприятий необходимо разрабатывать ряд организационных документов, а так же проект внедрения программно-аппаратных средств защиты.

Таким образом, пути модернизации системы обеспечения информационной безопасности предприятий в современных условиях должны быть организованы в соответствии с вышеуказанными требованиями и нормативными актами.

\*\*\*

1. Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. – М.: Радио и связь, 2017.
2. Симонов С.В. Методология анализа рисков в информационных системах // Защита информации. Конфидент. 2018. №1. С. 72–76.
3. Староверов Д. Конфликты в сфере безопасности. Социально-психологические аспекты защиты // Системы безопасности связи и телекоммуникаций. – №6. – 2017.
4. Собецкий И. Причины и следствия крупных утечек персональных данных 2022 года / И. Собецкий – Текст: непосредственный // – URL: <https://fbkcs.ru/utechki-dannikh-2022/> (дата обращения: 18.10.2023).
5. Шпак В.Ф. Методологические основы обеспечения информационной безопасности объекта // Конфидент. Защита информации. – №1. – 2017. – С. 75–86.
6. Щеглов А.Ю. / Защита информации от несанкционированного доступа. – М.: изд-во Гелиос АРВ, 2018. – 384 с.
7. Брассар, Ж. Современная криптология : [пер. с англ.] / Ж. Брассар. – М.: Полимед, 2017. – 176 с.
8. Ростовцев, А. Г. Теоретическая криптография / А. Г. Ростовцев, Е. Б. Маховенко. – СПб.: Профессионал, 2016. – 479 с.
9. Петренко, С. Д. Основы защиты баз данных в Delphi : учебное пособие / С. Д. Петренко, А. В. Романец, И. С. Лужков [и др.]. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Техносфера, 2017. – 305 с.
10. Гудков, П.А. Защита от угроз информационной безопасности: учебное пособие / П.А. Гудков ; под ред. А.М. Бершадского. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2017. – 251 с.
11. Алферов, А. П. Основы теории баз данных : учебное пособие / А. П. Алферов, А. Ю. Зубов, А. С. Кузьмин [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Гелиос-АРВ, 2017. – 480 с.
12. Партыка, Т.Л. Информационная безопасность: Учебное пособие / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2018. - 88 с.

**Хоманенко С.В.**

**Видеонаблюдение: проблемы безопасности в современном мире**

*Донской Государственный Технический Университет  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-509

*Научный руководитель: Цветкова О.Л.*

#### **Аннотация**

В статье говорится о возрастающем уровне угроз для камер видеонаблюдения и программах, которые могут быть использованы для неправомерного доступа к устройствам.

**Ключевые слов:** Безопасность видеонаблюдения, IP-камера, информационная безопасность.

#### **Abstract**

The article talks about the increasing level of threats to CCTV cameras and programs that can be used for unauthorized access to devices.

**Keyword:** Video surveillance security, IP camera, information security.

В зарубежном издании Datareportal [1] были проведены исследования в аналитике цифровых технологий, которые показывают данные о росте мобильного и интернет трафиков, а также увеличение продаж смартфонов в мире. В издании говорится о том, что на начало 2023 года численность населения превысило 8,01 млрд человек, из которых 5,44 млрд пользуются мобильными устройствами, и это количество выросло более чем на 3% в сравнении с прошлым годом. Количество пользователей интернетом за год выросло на 1,9% и теперь составляет 5,16 млрд человек. И это означает что сейчас из 10 человек 6 пользуются интернетом. Из 51 стран с крупной экономикой, 26 имеют показатель свыше 90%. Четверка лидеров с использованием интернета в 99% выделяется Ирландия, Норвегия, Саудовская Аравия и ОАЭ, у России этот показатель равен 88,2%, у США 91,8%, Китай 73,7%, на предпоследнем месте Индия 48,7%, замыкает рейтинг Кения 32,7%. По данным исследования, на выход в интернет люди тратят значительную часть своего времени. Среднестатистический пользователь мобильного устройства пользуется более чем 5 часов в день, 30% от времени бодрствования и этот показатель постепенно растет с каждым годом на 2,4%. Несмотря на то что мобильные устройства все больше используются для выхода в интернет, пользователи ПК, ноутбуков и планшетов занимают значительную часть этого времени и даже обходят мобильные устройства в Европейских странах, США и Канаде. Пользователи России используют ПК 53,9% времени онлайн. Больше 60% времени пользователи проводят используя мобильные устройства в Китае, Индии, Тайланде и Индонезии.

[2] Искусственный интеллект (ИИ) уже давно используется нами в повседневной жизни. Это могут быть чат-боты в мессенджерах для общения с клиентом или рекомендации по товарам в интернет-магазине на основе анализа ваших предпочтений или же ИИ используют в медицине для распознавания снимков КТ, МРТ и рака. Так и в системах видеонаблюдения для обеспечения безопасности в разных сферах используется видеоаналитика с ИИ, позволяющая отслеживать и анализировать действия человека или группы людей, распознавать их по полу, лицу, одежде, а также определять различные транспортные средства, считывать их номерные знаки и находить всевозможные объекты. При обнаружении подозрительных действий или какой-либо аномалии, сработает тревога и оператор будет незамедлительно оповещен. Огромные архивы данных сортируются и классифицируются для более быстрого поиска нужного события. Тем самым упростив работу для человека, и увеличив уровень безопасности видеонаблюдения. И эти данные с легкостью могут попасть в руки злоумышленникам.

В современном мире человек окружен различными гаджетами и умными устройствами. Во многих таких устройствах производитель встраивает камеры видеонаблюдения для удобства удаленного наблюдения. Тем самым пользователь покупает одно устройство, а получает два. Такие компании занимаются производством различной электроники, начиная от умных лампочек, заканчивая различными спорттоварами. О полноценном исследовании в сфере защиты данных подобным компаниям сложно конкурировать с мировыми производителями видеонаблюдения. Так, например, можно приобрести уличный светильник со встроенной камерой. В таком устройстве связь может осуществляться через Wi-Fi или проводное соединение. Наблюдение и управление записью осуществляется через ПО разработчика через облачный сервер. Обычный пользователь не станет задумываться что видео с камеры светильника может перейти к третьей стороне. Однако возникает все больше ситуаций, когда случайным образом обнаруживают свои фото или видео на сторонних ресурсах. Это говорит о том, что производитель не беспокоится о сохранности видеопотока устройства. За низкой стоимостью товара кроется отсутствие какой-либо защиты информации. Но даже известный производитель видеонаблюдения и высокая стоимость продукта не дает сто процентной гарантии сохранения данных от всевозможных атак.

Под угрозой безопасности оказались камеры правительственных учреждений по всему миру [3]. В 2021 году более 70 моделей камер и видеорегистраторов китайского производителя Hikvision, которые занимают первое место в мире по продажам, стали уязвимыми для атаки

хакеров из-за выявленной уязвимости (CVE-2021-36260) в прошивке устройств. Используя данную уязвимость, злоумышленники смогли получить полный доступ к устройству путем отправки некоторых сообщений с вредоносными командами на веб-сервер камеры. По некоторым данным исследовательской группы в области безопасности видеонаблюдения IPVM - Internet Protocol Video Market, число уязвимых устройств может превышать 100 млн. Компания Hikvision позже исправила эту ошибку, выпустив обновление, но даже спустя год после исследования оказалось, что подверженными оставались 80 000 камер по всему миру из-за того, что пользователи проигнорировали установку обновлений или оставили пароль по умолчанию при первой установке устройства. Таким образом можно видеть, что полностью исправные устройства крупнейшего производителя находятся в зоне риска хакерских атак. И даже предостережения пользователей и вышедшее новое обновление программного обеспечения не смогли обеспечить должной защиты.

Посмотрим на такую поисковую систему под названием Shodan[4]. Она была разработана для отображения всех устройств подключенных к интернету, например таких как: камеры, маршрутизаторы, принтеры, умные дверные замки, лампочки, сплит-системы, холодильники, датчики управления и другие IoT- устройства. При правильном использовании фильтров может помочь обнаружить фишинговые веб-сайты, показать слабые места ваших устройств, различную информацию о программном обеспечении и софте, который установлен, а также отобразить метаданные, порты и многое другое. Ее возможности постоянно расширяются. Поисковик будет искать информация в реальном времени и показывать самые свежие данные об устройствах. Всего за месяц программа успевает просканировать свыше миллиарда IP-адресов. Shodan не был разработан для хакеров, но отображение такой подробной и общедоступной информации активно используется для поиска жертв.

Разберем пример работы программы. В поисковой строке указано, что именно нужно найти, это могут быть конкретные производители устройств, названия модели, порты для HTTP-сервера или город. Запускается поиск камер по запросу «ip camera». Можно увидеть, что нашлось более 5 млн устройств по всем странам, с отображением самой разной информации. Для поиска по фильтрам и конкретным параметрам необходимо зарегистрироваться и указать необходимые данные о себе и для каких целей будет использован поисковик Shodan.

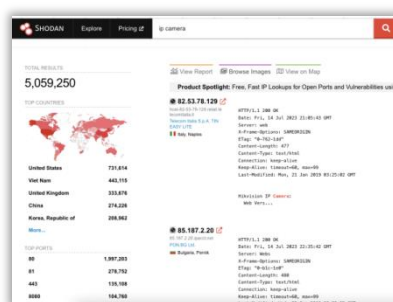


Рисунок 1. Пример поиска в системе Shodan.

Существует множество программ для поиска IP-адреса устройств и подбора учетных данных.

KPortScan – это инструмент для поиска открытых сетевых портов в определенном диапазоне IP-адресов, позволит также обнаружить угрозы безопасности и уязвимости.

Angry Ip Scanner – это IP-сканер, который найдет точную информацию о всех устройствах, подключенных к сети как к внутренней, так и внешней.

Nikka – приложение позволяет подобрать данные логина и пароля для подключения и просмотра трансляции методом перебора всех возможных комбинаций символов. Такой метод может отнять много времени и, чтобы сократить этот процесс, используют программы для атаки по словарю (перебор распространенных и не только паролей различного вида и длины).

Cameradar – программа позволяет обнаружить открытые порты RTSP на любом доступном целевом хосте, запускать автоматические атаки по словарю, для подбора пользовательских данных, определять какая модель устройства выполняет потоковую передачу данных.

Можно найти множество статей на просторах интернета о том, как получить доступ к камерам видеонаблюдения при помощи вышеупомянутых программ. Это может вызвать большой интерес как у начинающих программистов, так и простых пользователей, которые интересуются данной темой. Задача состоит в том, чтобы, если не все устройства защитить, то как можно больше владельцев камер видеонаблюдения были осведомлены этой информацией и интересовались методами защиты информационной безопасности.

\*\*\*

1. Digital 2023: Global overview report // Datareportal : сайт. – URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report> (дата обращения: 23.03.2023).
2. Ценность искусственного интеллекта в видеонаблюдении // Hikvision : сайт. – URL: [https://hk-russia.ru/index.php?route=tmdblog/blog&blog\\_id=28](https://hk-russia.ru/index.php?route=tmdblog/blog&blog_id=28)[https://hk-russia.ru/index.php?route=tmdblog/blog&blog\\_id=28](https://hk-russia.ru/index.php?route=tmdblog/blog&blog_id=28) (дата обращения: 5.04.2023).
3. 80,000 Hikvision cameras exposed to hackers // Techmonitor : сайт. – URL: <https://techmonitor.ai/technology/cybersecurity/hikvision-vulnerability-cctv-cameras-hack-patch> (дата обращения: 08.12.2022).
4. Search Engine for the Internet of Everything / [Электронный ресурс] // Shodan : [сайт]. — URL: <https://www.shodan.io/> (дата обращения: 08.05.2023).

**Яровой Р.В., Рябов Г.А., Крганов В.В.**

**Технологии искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления  
связью**

*Военная академия связи  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-510

**Аннотация**

В статье рассмотрены роль и влияние технологий искусственного интеллекта в системах автоматизированного управления (АСУ) связью. Рассмотрена история развития технологии искусственного интеллекта (ИИ) в оптимизации сетей связи, а также их влияние на качество связи и безопасность. В заключении подчеркнута важность интеграции ИИ в АСУ связь.

**Ключевые слова:** Автоматизированная система управления, оптимизация сетей связи, качество связи, безопасность связи, искусственный интеллект.

**Abstract**

The article discusses the role and influence of artificial intelligence technologies in automated control systems (ACS) for communications. The history of the development of artificial intelligence (AI) technology in the optimization of communication networks, as well as their impact on communication quality and security, is considered. In conclusion, the importance of integrating AI into automated communication systems is emphasized.

**Keywords:** Automated control system, optimization of communication networks, communication quality, communication security, artificial intelligence.

В современном мире технологии искусственного интеллекта проникают в различные сферы нашей жизни, предоставляя новые возможности для улучшения эффективности и надежности систем и различных процессов. Одной из областей, в которой роль ИИ становится всё более заметной, являются системы автоматизированного управления связью. В статье исследованы технологии ИИ и их влияние на функционирование и развитие систем, а также перспективы, которые открываются для оптимизации сетей связи, обеспечения качества обслуживания и повышения безопасности связи.

АСУ связью имеют огромное значение в современном мире, обеспечивая обмен информацией и коммуникации в различных областях, от телекоммуникаций до управления критической инфраструктурой. Важность и надежность систем неуклонно растет, что создаёт потребность в инновационных подходах к улучшению. На этом этапе технологии ИИ вступают в игру, предоставляя возможность автоматизации и оптимизации процессов управления сетями связи, повышения качества обслуживания, а также укрепления систем безопасности.

История развития искусственного интеллекта в системах автоматизированного управления связью насчитывает несколько десятилетий. Зародившись с теоретических концепций, она перешла к конкретным практическим решениям, которые стали неотъемлемой частью современных сетей связи [1].

В первые десятилетия развития ИИ и его применения в системах управления связью, передовые исследователи проводили эксперименты

и разрабатывали системы, способные анализировать данные и принимать ограниченные решения. Эти системы были в большинстве случаев ограничены в своей функциональности, но они заложили фундамент для будущего развития.

В современных сетях связи, ИИ играет важную роль. Системы оптимизации маршрутизации данных, обнаружение аномалий и адаптация

к изменяющимся условиям стали реальностью. Эти инновации позволяют улучшить производительность и качество обслуживания, а также повысить эффективность управления сетью [2].

С развитием технологий ИИ и расширением их возможностей, АСУ связью стали способными к более точному анализу данных, быстрому принятию решений и управлению ресурсами. Современные сети связи стали более гибкими и адаптивными, что сделало их более подходящими для современных требований.

Развитие технологий искусственного интеллекта оказывает существенное воздействие на качество связи и безопасность в системах автоматизированного управления связью.

С использованием ИИ в АСУ связью удалось добиться значительного улучшения качества обслуживания и производительности сетей. Технологии ИИ позволяют оптимизировать маршрутизацию данных, что снижает задержки и увеличивает пропускную способность, которая в свою очередь приводит к улучшению скорости передачи данных и уменьшению вероятности сбоев в сети, что важно для бесперебойной связи в критических ситуациях.

Кроме того, ИИ используется для анализа данных и выявления проблем в сетях связи, позволяя операторам связи оперативно реагировать на неполадки и устранять их, что в целом влияет на сокращение времени простоя и повышение качества обслуживания.

Одним из наиболее важных факторов для информационной система является информационная безопасность, в которой ИИ отведена значимая роль. Системы ИИ могут обнаруживать аномалии и атаки в сетях связи, даже если они неизвестны заранее. Анализ трафика и поведения пользователей позволяет выявлять подозрительную активность и предотвращать угрозы [3].

Защита данных в сетях связи становится более надежной с применением ИИ. Системы шифрования и мониторинга позволяют защищать конфиденциальную информацию от несанкционированного доступа и утечек.

Таким образом технологии искусственного интеллекта оказывают возрастающее влияние на качество и безопасность связи и является неотъемлемой частью современных АСУС. Эти технологии способствуют более эффективной, надежной и безопасной работе сетей связи, что имеет критическое значение в современном информационном мире.

Интеграция технологий искусственного интеллекта в системы автоматизированного управления связью открывает перед организациями и инженерами множество преимуществ, но сопряжена и с вызовами, которые следует учитывать. К преимуществам относят:

- 1) автоматизация и оптимизация: ИИ позволяет автоматизировать рутинные задачи, оптимизировать процессы управления и улучшать эффективность систем АСУ связью. Это снижает затраты и увеличивает производительность;

- 2) повышение качества обслуживания: ИИ способствует улучшению качества связи и снижению времени простоя, что оказывает положительное воздействие на удовлетворенность клиентов;
- 3) адаптация к изменениям: системы, основанные на ИИ, могут быстро реагировать на изменяющиеся условия и динамику сетей связи,

что делает их более гибкими и адаптивными [4].

К вызовам относят:

- 1) безопасность и приватность: использование ИИ увеличивает поверхность атак, и необходимо обеспечивать надежную защиту от киберугроз и утечек конфиденциальных данных;
- 2) интеграция и обучение: интеграция ИИ в существующие системы АСУ связью может оказаться сложной задачей, а также требовать специализированной подготовки персонала;
- 3) регулирование и законодательство: следует согласовывать инновации в области ИИ с регуляторными требованиями и нормативами,

что может потребовать дополнительных усилий и ресурсов.

Современное развитие технологий искусственного интеллекта в системах автоматизированного управления связью предоставляет множество перспектив, определяющих будущее этой области.

Интернет вещей: одной из ключевых перспектив является интеграция ИИ в сферу Интернета вещей. ИИ может обрабатывать и анализировать большие объемы данных, собранных с множества подключенных устройств,

и принимать решения на основе этой информации. Это открывает новые возможности для мониторинга и управления умными устройствами и сетями связи.

Умные города: развитие концепции "умных городов" также становится более доступным благодаря ИИ. Системы управления городской инфраструктурой, включая транспорт, связь, энергетику и общественные службы, которые могут использовать "умные технологии" для оптимизации

и автоматизации операций, что в свою очередь способствует более эффективному использованию ресурсов и улучшению качества жизни жителей.

Автономные сети: ИИ играет ключевую роль в развитии автономных сетей связи. С такими системами сети могут управляться и обслуживаться автономно, что повышает надежность и снижает затраты. Это особенно важно в контексте развития 5G и будущих поколений сетей.

Экологические аспекты: применение ИИ может способствовать более эффективному использованию ресурсов в сетях связи, что снижает их экологический след. Это важно с учетом растущей значимости экологической обстановки [5].

Искусственный интеллект в системах автоматизированного управления связью оказывает значительное воздействие на современные сети связи и управление ими. На протяжении десятилетий развития, от теоретических концепций до практических применений, ИИ смог стать незаменимой составной частью инфраструктуры коммуникационных систем.

Инновации в области ИИ в АСУ связью будут и в дальнейшем играть ключевую роль в обеспечении более эффективной, надежной и безопасной связи.

\*\*\*

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная\\_система\\_управления](https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная_система_управления) (Дата обращения: 05.10.2023)
2. [https://studopedia.ru/2\\_44055\\_asu--osnovnie-ponyatiya-i-istorii-razvitiya.html](https://studopedia.ru/2_44055_asu--osnovnie-ponyatiya-i-istorii-razvitiya.html) (Дата обращения: 05.10.2023)
3. Яровой Р.В., Рябов Г.А., Кривоногова Е.В., Атаки на веб-приложения: определение, типы и профилактика // Тенденции развития науки и образования №101/4, 2023. С. 96-98.
4. <https://www.oborud.info/news/2022/?t=16047> (Дата обращения: 05.10.2023)
5. <https://ru.nexconsultants.com/ai-automated-systems/> (Дата обращения: 05.10.2023)



## РАЗДЕЛ XXXIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

**Аносов М.С., Павлов А.Д., Платонов Д.Е., Кротиков Д.А., Аносова Е.С.**  
**Практический анализ современных и инновационных технологий шлифования и полирования**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-511

### **Аннотация**

Данная статья представляет собой практический анализ современных и инновационных технологий шлифования и полирования. Исследование основывается на сравнительном анализе различных методов шлифования и полирования, применяемых в промышленности. В статье представлены основные технические характеристики и особенности современных систем шлифования и полирования, а также рассмотрены их преимущества и недостатки. Результаты анализа помогут инженерам и специалистам в выборе наиболее подходящих технологий для решения конкретных задач в области шлифования и полирования.

**Ключевые слова:** виброгалтовка, химическое полирование, электрохимическая полировка, электролитно-плазменная обработка, магнитно-абразивное полирование.

### **Abstract**

This article is a practical analysis of current and innovative grinding and polishing technologies. The study is based on a comparative analysis of various grinding and polishing methods used in the industry. The article presents the main technical characteristics and features of modern grinding and polishing systems and discusses their advantages and disadvantages. The results of the analysis will help engineers and specialists in selecting the most suitable technologies for solving specific grinding and polishing tasks.

**Keywords:** vibration polishing, chemical polishing, electrochemical polishing, electrolytic plasma treatment, magnetic abrasive polishing.

### **Введение**

На предприятиях современного машиностроения шлифование и полирование играют ключевую роль в достижении высокого качества поверхностей изделий. Цель данной статьи состоит в проведении практического анализа современных и инновационных технологий шлифования и полирования на предприятиях современного машиностроения. Мы будем рассматривать различные методы, оборудование и материалы, используемые в процессе поверхностной обработки, а также оценим их достоинства и недостатки в контексте конкретных задач и требований предприятий машиностроения. В связи с этим анализ современных технологий шлифования и полирования значительно поможет в оптимальном выборе технологий производства деталей и увеличит качество получаемой продукции.

### **Виброгалтовка**

Полирование на барабанных установках осуществляется путем загрузки деталей в большом количестве. Этот метод позволяет снизить шероховатость поверхности (Ra) с 1,6–0,8 до 0,2 мкм. Использование вибрации и планетарного вращения увеличивает производительность в 8–10 раз. Для увеличения интенсивности полирования в барабанных установках можно сочетать механическое воздействие с химическим. Кислая среда помогает удалить слой окислов, а щелочная снижает режущее действие абразивов, что ведет к формированию высококачественной поверхности без удаления металла. Сейчас широко применяется подводное полирование в барабанных установках с использованием жидкой

среды, такого как 0,2–0,7%-й раствор хозяйственного мыла. Предварительное обезжиривание деталей является необходимым для хорошего качества обработки. Для увеличения интенсивности процесса раствор нагревают до 40–50 °С. Продолжительность использования раствора не превышает 24 часа, после чего он полностью заменяется. Для достижения блестящей поверхности стальных деталей используют слабощелочный раствор с абразивом в виде стальных полировальных шариков диаметром 9–18 мм. При такой обработке возможно снизить шероховатость до  $Ra = 0,32–0,63$  мкм от  $Ra 1,6$ . Несмотря на свою разнообразность, механическое полирование трудоемко, негативно сказывается на окружающей среде и требует большого количества материалов. Ручная отделка включает использование алмазной пасты и добавок на основе оксида хрома или железа.

### **Химическое полирование**

Появление блеска на поверхности деталей во время химического полирования, аналогично электрохимическому полированию, обусловлено наличием тонкой пленки, которая препятствует процессу травления в углублениях металла. Выпуклые участки металла имеют более высокую химическую активность, а также более быструю диффузию ионов металла и свежего электролита, что приводит к их предпочтительному растворению во время химического полирования.

### **Электрохимическая полировка**

Электрохимическое полирование - это процедура, при которой поверхность заготовки обрабатывается путем ее погружения в раствор кислоты и применения электрического тока. Этот метод позволяет сгладить поверхность детали и выполнить полировку металлов.

Деталь, которую нужно полировать электрохимически, подсоединяется к положительному аноду источника постоянного тока, а отрицательная катодная сторона связана с инертным металлом, обычно свинцом или нержавеющей сталью. И деталь и катод погружены в раствор кислот, который называется электролитом, и когда ток проходит через эту цепь, металл на поверхности растворяется. Практически мгновенно на поверхности детали образуется обильное количество кислорода, образуя плотный газовый слой. Из-за свойства электрического тока течь от выступающих мест поверхности растворяются преимущественно эти области, что приводит к сглаживанию поверхности. Это достигается благодаря вязкому пограничному слою, образующемуся в результате выделения газов, что способствует преимущественному растворению выступающих частей. Процесс оптимизируется путем контроля химического состава раствора, температуры, плотности тока и времени.

Электрохимическое полирование металлов обладает своими плюсами и минусами. Один из главных плюсов этого метода - высокая производительность. Время полирования занимает менее 10 минут, и размер и форма детали не влияют на эту производительность. Ванна может содержать одновременно большое количество деталей для обработки. Производительность процесса не зависит от твердости и вязкости материала, который обрабатывается. Электрохимическое полирование позволяет обрабатывать не только детали простых форм, но и сложные профили, а также внутренние полости, которые трудно достичь или невозможно полировать механическим способом.

Приведенные преимущества являются неоспоримым превосходством электрохимического метода перед механическим. Однако, несмотря на это, на данном этапе развития этот метод также имеет серьезные недостатки, которые ограничивают его применение.

Одно из главных ограничений это то, что сглаживание имеет незначительную эффективность. Чтобы улучшить чистоту поверхности, можно применить электрохимическое полирование, которое может улучшить ее на 1-2 класса. Однако эффективность этого метода зависит от изначальной шероховатости поверхности, которая не должна быть хуже 4-5 классов ( $Ra 6,3$  -  $Ra 3,2$ ). Поэтому, если требуется достичь 12-13 классов ( $Ra 0,04$  -  $Ra 0,025$ ), приходится предварительно механически подготовить поверхность до 10-11 классов ( $Ra 0,16$  -  $Ra 0,08$ ). После такой грубой обработки поверхности

(токарение, фрезерование, шлифование), электрохимическое полирование позволяет сохранить большую часть макрорельефа поверхности. В процессе полирования устраняются только отдельные микровыступы и наблюдается закругление гребешков.

Необходимое время для полирования обычно определяется практическим опытом и, как правило, составляет 8-10 минут для стальных поверхностей.

#### **Электролитно-плазменная обработка**

Электроплазменная полировка представляет собой эффективный и экологически безопасный способ финишной отделки изделий из нержавеющей стали разных марок (содержащих никель, хром, молибден, кремний). Она рекомендуется для обработки поверхностей с мелким рельефом или плоских элементов.

Преимущества электроплазменной полировки включают: выравнивание небольших дефектов и удаление выступов, удаление окалины и следов побежалости, значительное повышение чистоты поверхности, идеальную адгезию для последующих покрытий, эстетичный внешний вид финальной продукции.

Существуют два конкурирующих метода электролитно-плазменной обработки для изменения шероховатости поверхности: погружение изделия в ванну и обработка поверхности струей электролита. В промышленности наиболее распространен метод погружения изделий в ванну из-за его простоты, высокой производительности и возможности обработки различных изделий.

Однако этот метод также имеет недостатки, включающие: ограниченное применение для больших изделий, необходимость использования мощных источников питания, высокие температуры обработки; высокий расход электроэнергии на образование парогазовой оболочки вокруг изделия, требование больших площадей и объемов электролита, что может привести к росту содержания вредных веществ и негативно сказаться на здоровье персонала, неравномерность обработки по профилю изделия.

Метод струйной электролитно-плазменной обработки имеет ряд преимуществ по сравнению с погружением в ванну. Он характеризуется низкой энергоемкостью процесса, низкими температурами обработки и применением источников питания низкой мощности. Кроме того, метод струйной обработки является более экологически чистым и обеспечивает более высокую точность обработки поверхности изделий благодаря возможности программируемого перемещения электролитной плазмы по поверхности изделия.

Производительность и экономическая эффективность технологических операций электролитно-плазменной полировки значительно превосходят механические методы обработки (в 3-4 раза) и электрохимические методы на основе кислотных растворов (в 5-6 раз). Процесс также соответствует санитарным нормам. Электролитно-плазменная полировка может выполняться на компактных установках, которые просты в управлении и надежны в эксплуатации.

#### **Магнитно-абразивное полирование**

Один из перспективных методов финишной обработки инструментов - метод магнитно-абразивного полирования (МАП). При магнитном полировании можно получить высококачественные, высокоточные поверхности сферической и плоской формы оптических изделий, включая поверхности тонких линз и деталей микро-оптики.

Суть метода заключается в следующем: между полюсами электромагнитов размещается магнитно-абразивный порошок, который выступает в качестве режущего инструмента, подобного полирующей щетке. При движении заготовки через рабочую зону, порошок оказывает давление на каждую точку поверхности изделия, что приводит к снятию металла и устранению микронеровностей. Магнитное поле, выступая в роли связки для абразивных зерен, обладает упругим воздействием на каждое зерно. Степень упругости связки может быть регулируема путем изменения напряженности магнитного поля, позволяя проводить различные этапы обработки, такие как выборочное или полное полирование. Таким образом, метод магнитно-абразивного полирования может быть использован как для

шлифования свободным абразивом, так и для шлифования связанным абразивом, сочетая преимущества обоих методов в рамках одного рабочего цикла.

В общем случае, при магнитно-абразивной обработке (МАО) инструментов, основной рабочей средой является ферроабразивный порошок (ФАП). В большинстве технологических процессов МАО используются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые существенно повышают эффективность обработки.

Один из новых перспективных методов отделочной обработки - магнитно-абразивное полирование (МАП). Этот метод позволяет достигать низкой шероховатости поверхности на различных материалах, таких как стали, твердые сплавы, цветные металлы, стекло и другие неметаллические материалы, и имеет микронеровности в диапазоне от 0,05 до 0,4 мкм, а также другие благоприятные для использования характеристики. Роль режущего инструмента в МАП выполняют магнитно-абразивные порошки, которые обладают высокими магнитными и режущими свойствами. Гамма таких порошковых материалов была разработана в СССР и производится промышленным способом. Силы резания создаются с помощью магнитного поля, которое воздействует на зерна магнитно-абразивного порошка, расположенного между полюсами магнитного индуктора и обрабатываемой поверхностью.

### Сравнительный анализ методов шлифовки и полирования

Преимущества и недостатки методов шлифования и полирования сведены в таблицу.

Таблица 1

*Преимущества и недостатки методов шлифования и полирования*

<i>Метод обработки</i>	<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<i>Виброгалтовка</i>	<i>Универсальность; Возможность одновременной обработки большого количества изделий; Возможность обработки тонкостенных изделий; Возможность равномерной финишной обработки изделий сложной конфигурации. Стоимость метода.</i>	<i>Время обработки; Сложность с разделением изделий, наполнителя и компаунда.</i>
<i>Химическое полирование</i>	<i>Возможность полировки внутренних полостей.</i>	<i>Большие температуры; Жесткий экологический контроль.</i>
<i>Электрохимическая полировка,</i>	<i>Высокая производительность. Возможность обработки детали сложной конфигурации. Твердость и вязкость обрабатываемого материала не влияет на производительность.</i>	<i>Такие же как и в химическом. Для эффективного полирования требуется предварительная обработка изделия</i>
<i>Электролитно-плазменная обработка</i>	<i>Выравнивание небольших дефектов и удаление выступов; Удаление окалины и следов побежалости; Значительное повышение чистоты поверхности; Идеальную адгезию для последующих покрытий; Эстетичный внешний вид финальной продукции.</i>	<i>Ограниченное применение для больших изделий; Высокие температуры обработки; Высокий расход электроэнергии на образование парогазовой оболочки вокруг изделия; Требование больших площадей и объемов электролита; Неравномерность обработки по профилю изделия.</i>
<i>Магнитно-абразивное полирование</i>	<i>Улучшение поверхностной отделки; Позволяет точно контролировать процесс полирования; Универсальность обрабатываемого материала; Производительность;</i>	<i>Высокая стоимость оборудования; Ограниченные возможности обработки изделий сложной конфигурации;</i>

**Выводы**

1. Для массового производства предпочтительны химический и электрохимический метод полирования, в связи с высокой производительностью и возможностью обработки изделий сложной конфигурации.
2. Виброгалтовку целесообразно применять для обработки неотчетливых деталей, по сравнению с остальными методами.
3. Магнитно-абразивный метод позволяет получить высокоточные сферические и плоские поверхности. Метод ограничен в возможности обработки деталей сложной конфигурации. Исходя из всех преимуществ и недостатков данный метод может использоваться как в серийном, так и в массовом производствах.
4. Метод электролитно-плазменной обработки требует высоких температур и затрат электроэнергии для образования ионизированного газа. Данный метод может привести к росту вредных веществ, что может негативно сказаться на здоровье персонала. Метод может использоваться в крупносерийном и массовом производствах.

\*\*\*

1. Ставышенко А.С. Повышение качества поверхности деталей из нержавеющей стали способом электрохимического полирования в режиме нестационарного электролиза.: Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень. // Известия Томского политехнического университета. - 2009. - Т. 314. - №3.
2. Куликов, И. С. Электролитно-плазменная обработка материалов / И. С. Куликов, С. В. Вашенко, А. Я. Каменев. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 232 с. – ISBN 978-985-08-1215-5.
3. Новоселов М.В., Шиллинг Н.Г., Рудавин А.А., Радкевич М.М., Попов А.И. Оценка возможности полирования нержавеющей стали струйной электролитно-плазменной обработкой.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия. // Вестник ПНИПУ. - 2018. - Т. 20, № 1 - DOI: 10.15593/2224-9877/2018.1.10.
4. Саранцев Н.С. Исследование технологий финишной обработки заготовок сферической формы, реализуемых на автоматизированном виброгалтовочном оборудовании.: Оренбургский государственный университет, г. Оренбург. // Шаг в науку. - 2022. - №4 – с.71-75.

**Лайша А.К., Лисин М.С., Фомкин И.В., Пичугин Е.А.****Параметризация профиля сателлитов циклоидальной передачи в среде автоматизированного проектирования Autodesk Inventor***Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
(Россия, Нижний Новгород)**doi: 10.18411/trnio-11-2023-512***Аннотация**

При разработке трехмерных моделей циклоидальных редукторов значительная часть времени уходит на проектирование циклоидального профиля его сателлитов. Данный процесс требует максимальной концентрации внимания и зачастую является довольно трудоемким. В данной статье рассматривается способ автоматизации построения циклоидального профиля сателлитов в системе автоматизированного проектирования Autodesk Inventor. В ходе работы был разработан алгоритм параметризации, который с помощью вспомогательного файла, анализируя входные данные, выводил необходимые параметры для построения циклоидального профиля зубьев. Полученная в результате система, основанная на функциях Autodesk Inventor, способна динамически изменять геометрию профиля сателлитов в зависимости от необходимого передаточного числа редуктора и его габаритных размеров.

**Ключевые слова**

Автоматизация, машиностроение, параметризация, циклоидальный редуктор, САПР, Autodesk Inventor, робототехника.

### Abstract

When developing 3D models of cycloidal gearboxes, a significant part of time is spent on designing the cycloidal profile of its satellites. This process requires maximum concentration of attention and is often quite labour-intensive. In this article the method of automation of construction of cycloidal profile of satellites in the system of computer-aided design Autodesk Inventor is considered. In the course of work, a parameterisation algorithm was developed, which, using an auxiliary file, analysing the input data, derived the necessary parameters for the construction of the cycloidal profile of the teeth. The resulting system, based on Autodesk Inventor functions, is able to dynamically change the geometry of the satellite profile depending on the required gear ratio and its overall dimensions.

**Keywords:** Automation, mechanical engineering, parameterisation, cycloidal gearbox, CAD, Autodesk Inventor, robotics.

### Введение

Циклоидальный редуктор относится к классу планетарных передач. Он состоит из циклоидального диска, вала с эксцентриситетом, цевочного обода и пальцевой муфты. Так же как и планетарный редуктор, циклоидальный редуктор обладает двумя степенями свободы. Для работоспособности редуктора необходимо ограничить одну из степеней свободы. Обычно это либо цевочный обод, либо циклоидальный диск. В первом случае вращение с циклоидального диска передается на пальцевую муфту. Во втором случае сам цевочный обод редуктора является выходным валом. Циклоидальный редуктор представляет собой два сателлита с циклоидальным профилем, развернутые на  $180^\circ$  друг относительно друга, расположенных на ступенчатом валу с эксцентриситетом. Данное смещение способствует полному уравниванию сателлитов редуктора, что предотвращает возникновение вибраций при эксплуатации.

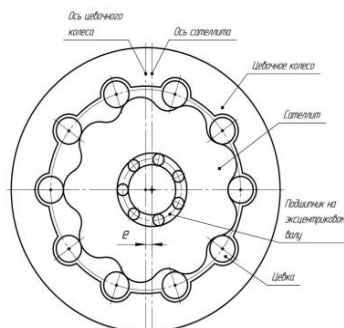


Рисунок 1. Схема циклоидального редуктора.

Движение с электродвигателя передается на входной вал с эксцентриситетом, на котором, через роликовые подшипники, закреплены сателлиты. Сателлиты, обкатываясь по цевочному ободу, совершают планетарное движение вокруг оси входного вала. Передаточное число таких редукторов равно количеству зубьев на циклоидальном колесе.

Циклоидальный редуктор применяется в машиностроении, химической промышленности, а так-же в среде, где необходимы высокая надежность, максимальный крутящий момент, малые габариты и масса привода.

К достоинствам циклоидального редуктора можно отнести: повышенную плавность хода и низкий уровень шума; широкий диапазон передаточных чисел одной ступени; компактность при больших значениях передаточных чисел; высокая нагрузочная способность за счет большого количества точек контакта зубьев; отсутствие эффекта самоторможения. К недостатком данного типа передачи можно отнести: повышенное требование к точности изготовления, а также повышенное требование к монтажу компонентов редуктора.

На данный момент многие конструкторы сталкиваются с проблемой разработки подобного типа редукторов, поскольку наиболее распространенным способом его построения является графический. В рамках данного способа необходимо вручную считать параметры передачи и в специальных САПР программах очерчивать усеченную эпициклоиду, что само по себе является довольно трудоемким процессом, в ходе которого можно легко сделать ошибку.

Чтобы автоматизировать процесс расчета и построения циклоидального профиля сателлита редуктора, предлагается использовать его параметрическую модель, разработка которой описывается в данной статье.

## 2. Разработка параметрической модели

Исходя из технической особенности редуктора, его передаточное число равняется количеству впадин зубчатого колеса  $n$ , в то время как количество цевок на ободке  $N$  превышает его на единицу:

$$N = n + 1;$$

$$i = \frac{n}{N - n} = n.$$

Параметр эксцентриситета  $e$  является наиболее важным для нормальной работоспособности механизма. Он вычисляется как половина от разности диаметра окружности цевок  $D$  и диаметра цевок  $d_c$ :

$$e = \frac{D - d_c}{2}$$

От диаметра цевок  $d_c$  зависит кривизна эпициклоиды. Стоит отметить, что чем выше уровни ее гармоники, тем большие нагрузки сможет выдержать механизм в следствии увеличения площади контакта. Однако данный параметр следует рассчитывать оптимально, поскольку это с одной стороны увеличит затраты на изготовления профиля, а с другой может привести к снижению срока эксплуатации. Рассчитывается данный параметр по следующей формуле:

$$d_c = \frac{D\pi}{2N}$$

Диаметр циклоидального диска  $d$  является вспомогательным и не участвует в создании профиля сателлитов, поскольку вычисляется автоматически, однако он необходим для проверки построенного профиля:

$$d = \frac{Dn}{N}$$

Как мы можем заметить, в качестве входных, проектировочных, значений будут выступать число впадин  $n$  и диаметр окружности  $D$ . Последний параметр вводится исходя из требуемых габаритных размеров привода с учетом толщины корпуса и других составных частей.

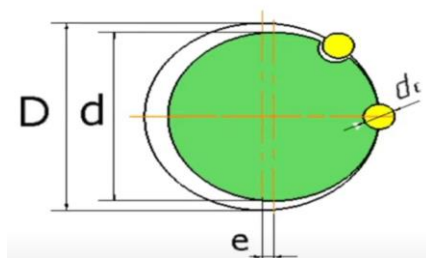


Рисунок 2. Параметры циклоидальной передачи.

Для автоматизации подсчета каждого параметра создадим программу в Excel, в которую внесем исходные данные и выведем результаты.

Вывод параметров			
N_	41 шт	Число цевок на ободке	
E_	0,67 мм	Эксцентриситет	
Rr_	2 мм	Радиус цевок	
R_	27,5 мм	радиус окружности цевок	
Расчет параметров:			
i	40 шт	i-передаточное отношение	
dc	4 мм	dc-диаметр цевок	
E	0,67 мм	E-эксцентриситет	
d	53,7 мм	d-диаметр колеса	
Исходные данные:			
n	40 шт	n-число зубьев/впадин	
D	55 мм	D-диаметр окружности цевок	

Рисунок 3. Программа автоматического подсчета параметров.

Таким образом был разработан своеобразный калькулятор для построения профиля сателлитов циклоидального редуктора. После того, как программа посчитала значение параметров, необходимо сопрячь данный файл с программой для 3D-моделирования, в роли которой выступает Autodesk Inventor.

Autodesk Inventor – это система автоматизированного проектирования, позволяющая создавать цифровые трехмерные модели изделий и комбинировать их в сборки. С помощью данной программы можно провести оценку работоспособности конструкции путем моделирования работы ее компонентов, параметризовать детали для создания похожих аналогов и производить силовые расчеты элементов конструкции.

В меню «Параметры» зайдём во вкладку «Связь» и выберем наш файл с посчитанными данными.

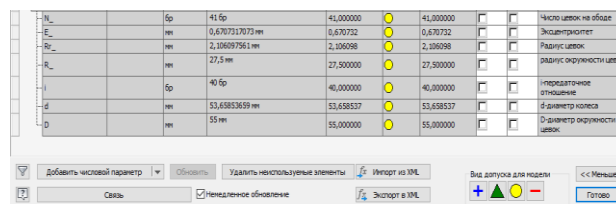


Рисунок 4. Параметры циклоидальной передачи в Autodesk Inventor.

После чего, зайдём в 2D-эскиз и выберем инструмент «Кривая по формуле». Зададим следующие параметрические функции, которые позволят нам построить профиль зубьев.

$$X: (R_*\cos(t))-(Rr_*\cos(t+\text{atan}(\sin((1-N_)*t)/((R_/(E_*N_))-\cos((1-N_)*t)))))-(E_*\cos(N_*t))$$

$$Y: (-R_*\sin(t))+(Rr_*\sin(t+\text{atan}(\sin((1-N_)*t)/((R_/(E_*N_))-\cos((1-N_)*t)))))+(E_*\sin(N_*t))$$

Обратим внимание, что обозначение параметров в калькуляторе совпадает с обозначениями в параметрических функциях. Это очень важно, поскольку только эти параметры участвуют в создании профиля.

Введем данные функции в соответствующие окна и Autodesk Inventor и получим следующий результат:

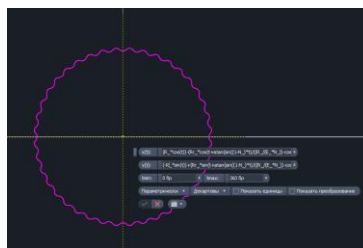


Рисунок 5. Результат построения циклоидального профиля в Autodesk Inventor.

После выполнения некоторых действий по готовому эскизу мы получаем полностью параметризованный циклоидальный профиль зубьев.





Рисунок 6. Готовая 3D-модель сателлита с циклоидальным профилем.

### Заключение

Разработанная параметрическая модель позволяет быстро и просто изменять геометрию профиля сателлитов в зависимости от требуемого передаточного числа и габаритных размеров. Достаточно просто изменить эти два параметра для быстрого построения нового профиля. Разработанная система обладает достаточной гибкостью чтобы полностью параметризовать процесс создания циклоидального редуктора, однако это требует дополнительного времени на модернизацию алгоритмов подсчета и вывода параметров.

Еще одним достоинством разработанной системы является возможность ее использования в любых САПР программах, где доступна функции параметризации и сопряжении файлов Excel.

Одним из векторов развития разработанной системы является добавление в Autodesk Inventor плагина, который позволит разрабатывать параметрические модели циклоидальных редукторов непосредственно в самой программе, что еще больше сократит трудоемкость проектирования подобных механизмов.

\*\*\*

1. Андреев В.В. Детали машин и основы конструирования / В.В. Андреев, А.А. Ульянов. – Н.Новгород: НГТУ им Р.Е. Алексеева. – 2010. -267с.
2. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи / В.Н. Кудрявцев, Ю.Н. Кирдяшев, Е.Г. Гизенбург. – Изд-во «Машиностроение». – 1977. – 536с.
3. Официальный сайт программы Autodesk Inventor [Электронный ресурс] // Autodesk.ru. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>. (24.10.2023)

**Можаева Т.П., Сафронова Т.Ф.**

### Идентификация направлений совершенствования системы менеджмента качества организации

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»  
(Россия, Брянск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-513

### Аннотация

В статье рассматриваются подходы к идентификации направлений совершенствования системы менеджмента качества организации. Обосновывается целесообразность использования предлагаемых специалистами направлений совершенствования системы менеджмента качества организации в зависимости от условий и состояния ее развития.

**Ключевые слова:** Система менеджмента качества, направления совершенствования, интегрированная система менеджмента, отраслевые требования, лучшие управленческие практики, организационное совершенство, модели делового совершенства.

**Abstract**

The article discusses approaches to identifying areas of improvement of the quality management system of the organization. The expediency of using the directions of improvement of the organization's quality management system proposed by specialists, depending on the conditions and state of its development, is substantiated.

**Keywords:** Quality management system, areas of improvement, integrated management system, industry requirements, best management practices, organizational excellence, business excellence models.

Современная организация, внедрившая в общую систему управления систему менеджмента качества (СМК), обеспечивающую эффективность и результативность функционирования, рассматривает поиск инструментов ее совершенствования как осознанную необходимость и условие обеспечения конкурентоспособности.

Очевидно, что большинство организаций, внедривших у себя СМК, не получили ожидаемых результатов, в том числе в повышении качества производимой ими продукции (услуг). Данный факт объясняется, в частности [1,2]:

- внедрением СМК в систему управления организации в основном с целью получения формальных показателей (сертификат соответствия, регистрация в соответствующем реестре и пр.), гарантирующих выход на зарубежные отраслевые рынки, получение государственных заказов на производство продукции и т. д.;
- восприятием у руководства организации СМК как статичного объекта управления, не требующего развития и совершенствования.

В связи с этим возникает необходимость идентификации направлений развития, совершенствования СМК, позволяющих организации добиться организационного (делового) совершенства и устойчивого успеха на отраслевом рынке.

В общих чертах совершенствование СМК в настоящее время осуществляется по следующим направлениям [1 - 6]:

- интеграция СМК с требованиями стандартов на системы менеджмента по отдельным функциям организации;
- внедрение отраслевых требований к системам качества организации;
- применение лучших управленческих практик;
- стремление к достижению организационного совершенства на основе определенной модели.

Современное развитие систем управления организацией переживает период перехода от моносистем, базирующихся на одном международном стандарте, к интегрированным системам менеджмента (ИСМ), основанных на применении в разработке модели управления комплекса стандартов [3]. Принципы интеграции систем менеджмента, процессная модель и критерии для сертификации и (или) оценки ИСМ организации приведены в национальном стандарте ГОСТ Р 53893 - 2010 «Руководящие принципы и требования к интегрированным системам менеджмента».

Внедрение в организации всех действующих в настоящее время международных стандартов на системы менеджмента еще не охватывает все функциональные области управления, в частности менеджмент финансов, инновационный менеджмент и т.д. [4], что вызывает необходимость дальнейшего исследования в данной предметной области. Организационно-методическую основу для создания интегрированной системы менеджмента составляют базовый и дополнительные (не конфликтующие с базовым стандартом) международные стандарты. Как правило, в качестве базового стандарта при создании интегрированной системы менеджмента рассматривается международный стандарт ISO 9000.

Совершенствование СМК может также производиться на основе опыта (инструментов, механизмов, методик и пр.) эффективных в своей отрасли организаций, т. е. на основе лучших управленческих практик (best practice) [5]. Согласно идее данного подхода, в любой деятельности существует оптимальный способ достижения цели. Этот способ эффективного управления СМК организации может быть успешно реализован в иных условиях в другой организации. Иначе говоря, лучшие управленческие системы, процессы, инструменты,

технологии, документированная информация и пр. могут быть адаптированы к деятельности других отраслевых организаций.

Выбор того или иного варианта улучшения СМК организация осуществляет самостоятельно, исходя из ее состояния, контекста, уровня результативности и эффективности функционирования, а также наличия необходимых для этого ресурсов. При этом на первых этапах функционирования СМК организации, как правило, используют типовые варианты и стандартизованные модели ее развития и совершенствования. Данный подход позволяет им сравнивать свою систему менеджмента качества и результаты ее функционирования с достижениями других организаций в рамках бенчмаркинга.

Примером применения данного подхода в образовательной сфере страны к совершенствованию СМК вузов и ссузов является организация и проведение Федеральным агентством по образованию конкурса «Системы менеджмента качества подготовки выпускников образовательных учреждений профессионального образования» на соискание звания «Лучшие практики в области качества среди вузов и ссузов РФ» в заявленных номинациях [3,5,6].

В конкурсе могут принять участие вузы (ссузы), внедрившие в систему управления образовательной организации СМК на основе типовой модели системы качества образовательного учреждения (ISO 9000 & ENQA), разработанной в 2006 году. Подобные отраслевые конкурсы позволяют определить вектор совершенствования СМК организаций и обменяться опытом в профессиональной деятельности.

Организация, достигшая в своем развитии интеграции менеджмента качества и общего менеджмента, переходит на новую стадию управления – стадию делового совершенства. В настоящее время существует достаточно широкий спектр моделей достижения делового совершенства организации. К таким моделям относятся, в частности [1, 3, 5]:

- модель совершенства Европейского фонда управления качеством (European Foundation for Quality Management) – EFQM;
- модели национальных премий по качеству (модель Премии качества Правительства РФ);
- модель делового совершенства Дж. Харрингтона;
- модель Т. Конти;
- модель тотального организационного совершенства Дж. Окленда и пр.

Одним из наиболее распространенных в настоящее время подходов к совершенствованию организационного управления является предложенная в 1991 г. Европейским фондом управления качеством (European Foundation for Quality Management) модель совершенства EFQM. Совершенство в данном случае означает высокий уровень качества менеджмента в организации.

В конце 2001 года организация EFQM приняла схему признания соответствия организации действующим европейским стандартам и нормам, установив для них три уровня делового совершенства:

1. Европейская премия по качеству EQA (European Quality Award), с 2006 г. – Европейская премия за совершенство EFQM EA (EFQM Excellence Award – премия совершенства EFQM). Организация, претендующая на данный уровень, при аудировании ее состояния независимыми экспертами должна набрать более 600 баллов по заявленной методике.
2. Признанное совершенство (Recognized for Excellence). Организация, претендующая на данный уровень, должна набрать более 300 баллов по заявленной методике.
3. Стремление к совершенству (Committed for Excellence). Набранные организацией, претендующей на данный уровень, баллы составляют 200-300 баллов по заявленной методике.

Среди моделей премий в области качества модель совершенства EFQM является лидирующей. Более 60% стран мира используют ее в качестве основы для своих национальных премий, в том числе страны Содружества Независимых Государств, Республика Индия, Объединенные Арабские Эмираты и др. Модель EFQM положена в основу модели премии Правительства Российской Федерации в области качества.

Однако, как показывает мировой опыт, развитие систем менеджмента качества идет сегодня в направлении создания интегрированных моделей СМК и делового совершенства

организации. К таким моделям делового совершенства относится, в том числе модель Дж. Харрингтона «Пять столпов делового совершенства».

Учитывая рассмотренные аспекты, следует отметить, что сегодня специалистами в области менеджмента качества предлагается организациям, внедрившим и развивающим свою СМК, различные направления ее совершенствования: интегрированная система менеджмента организации, лучшие практики в области качества в отрасли, модели делового совершенства и пр. При этом достижение организацией делового совершенства предусматривает выполнение ею основополагающего принципа – интегрирования системы менеджмента качества и системы общего управления организацией.

\*\*\*

1. Горленко, О.А. Совершенствование менеджмента организации / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, Т.П. Можаяева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2016. – № 3. – С. 99-104.
2. Горленко, О.А. Повышение эффективности деятельности вуза на основе внедрения основных положений стандарта ISO 9001:2015 / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, В.В. Мирошников, Т.П. Можаяева // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015. – № 2. – С. 147-151.
3. Горленко, О.А. Типовая система качества вуза: реализация процессного подхода / О.А. Горленко, В.В. Мирошников, Т.П. Можаяева. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2008. – 56 с.
4. Можаяева, Т.П. Управление человеческими ресурсами в системе менеджмента качества организации / Т.П. Можаяева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 3. – С. 108-117.
5. Круглов, В.И. Качество высшего образования / В.И. Круглов, В.В. Силаева, О.А. Горленко [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2018. – 133 с.
6. Можаяева, Т.П. Формирование компетентных специалистов в техническом вузе / Т.П. Можаяева // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 12. – С. 15-19.

**Можаяева Т.П., Сафронова Т.Ф.**

**Стандартизация риск-ориентированного подхода в национальных и международных стандартах**

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»  
(Россия, Брянск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-514

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются направления стандартизации применительно к риск-ориентированному подходу в управлении деятельностью современной организацией. Идентифицируются стандарты, предназначенные для разработки и реализации деятельности по управлению рисками в системе менеджмента качества организации.

**Ключевые слов:** Риск-ориентированный подход, управление рисками, стандартизация управления рисками, национальные стандарты в управлении рисками, отраслевые стандарты в управлении рисками, международные стандарты в управлении рисками.

#### **Abstract**

The article discusses the directions of standardization in relation to the risk-oriented approach in the management of the activities of a modern organization. The standards intended for the development and implementation of risk management activities in the quality management system of the organization are identified.

**Keywords:** Risk-oriented approach, risk management, standardization of risk management, national standards in risk management, industry standards in risk management, international standards in risk management.

Управление процессами системы менеджмента качества (СМК) организации предусматривает сегодня в самых общих чертах не только планирование и менеджмент взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, реализацию цикла PDCA, но и

интегрирования во все функции риск-ориентированного подхода [1]. Подход к управлению рисками СМК осуществляется в соответствии с трактовкой, предложенной международным стандартом ISO 9001:2015, и предусматривает определение причин (угроз), которые могут оказывать влияние на достижение или отклонение от результатов как процессов, так и СМК в целом, и возможностей, возникающих при использовании предупреждающих средства менеджмента [2]. Рассматриваемое толкование риск-ориентированного подхода является в настоящее время общепризнанным в научном сообществе.

Однако ISO 9001:2015 не единственный стандарт, направленный на интерпретацию и реализацию риск-ориентированного подхода. Научное сообщество и специалисты в области менеджмента качества всегда проявляли интерес к проблематике управления рисками (возможностями) СМК организации. В этой связи разработка стандартов, регламентирующих данную деятельность, является закономерным результатом теоретических и практических исследований в данной предметной области.

Деятельность по стандартизации управления рисками можно условно классифицировать следующим образом [1-5]:

- разработка и реализация национальных стандартов;
- разработка отраслевых (профессиональных) стандартов;
- разработка и распространение международных стандартов.

В 1995 г. с целью унификации деятельности, связанной с менеджментом рисков организации, был разработан и представлен специалистам в области менеджмента качества первый национальный австралийско-новозеландский стандарт AS/NZS 4360:1995 «Risk management» (пересмотрен в 1999 и 2004 годах). AS/NZS 4360:1995 содержал общие рекомендации в области менеджмента рисков, в частности: определял терминологию «угрозы» и «возможности»; регламентировал планирование и организацию управления рисками и возможностями; идентифицировал необходимую и достаточную информацию для управления рисками (возможностями) и пр.

Участие в стандартизации деятельности по управлению рисками организации на национальном уровне приняло ряд государств: Канада – в 1997 г. введен в действие национальный стандарт CAN/CSA-Q 850-97; Великобритания – в 2000 г. принят стандарт BS 6079-3:2000; Япония – в 2001 г. принят стандарт JIS Q 2001:2001. Рассматриваемые стандарты предлагали унифицированные алгоритмы управления рисками в организации. Однако каждый из стандартов был адаптирован к специфике национального менеджмента организацией.

Особое место в стандартизации деятельности, связанной с менеджментом рисков (возможностей), занимают отраслевые (профессиональные) стандарты «Federation of European risk management association (FERMA). Risk management standard. 2002» и «Standard Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO ERM). Enterprise Risk Management – Integrated Framework. 2004».

Стандарт FERMA разработан профессиональным сообществом риск-менеджеров стран Европейского Союза для управления рисками предприятий и организаций любой отраслевой принадлежности. К специфике FERMA относится, в частности:

- направленность на деятельность по разработке системы управления рисками на предприятии (организации);
- простота и доступность предлагаемой методики разработки и внедрения в управление организации модели риск-менеджмента;
- ориентированность стандарта неподготовленного в области риск-менеджмента пользователя.

Стандарт COSO ERM разработан американскими аудиторами, членами Комитета спонсорских организаций Комиссии Тредвей для регламентации аудиторских проверок. Особенностью стандарта является, в частности:

- предназначенность для проведения аудиторских проверок в области управления рисками на предприятии (организации) (использование стандарта повышает достоверность отчетности предприятия);
- отсутствие четкости и конкретности в изложении методики по внедрению системы риск-менеджмента, вызывающее необходимость привлечения для ее использования консультанта или специалиста, обладающего опытом работы в данной области;

- ориентированность стандарта ориентирован на применение его узкими специалистами – аудиторами.

Следующим этапом развития стандартизации в области управления рисками стала деятельность Международной организации по стандартизации (ISO). ISO поставила перед собой и успешно решила следующие задачи:

- унифицирование терминологии в области управления рисками, что позволяло единообразно подходить к трактовкам, в том числе понятий «риск» и «возможности» в коммерческих, юридических и управленческих документах (документации СМК);
- идентификация общих принципов и контурной (применимой для любой организации вне зависимости от ее отраслевой принадлежности) модели системы менеджмента рисков.

С целью стандартизации терминологии менеджмента риска, в том числе используемой в разработке стандартов различного уровня ISO предложен стандарт ISO / IEC Guide 73:2002 «Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards management» (аутентичный национальный стандарт – ГОСТ Р 51897-2011 / Руководство ИСО 73 : 2009. «Менеджмент риска. Термины и определения»).

Принципы, инструменты, методы и модель управления рисками, которые могли быть интегрированы в любую национальную систему управления, предложены в семействе международных стандартов ISO 31000:

- ISO 31000:2009 «Risk management – Principles and guidelines» (действующая версия аутентичного национального стандарта – ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»), содержащий основные императивы в области управления рисками организации;
- ISO/IEC 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques» (действующая версия национального стандарта – ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска»), идентифицирующий методики и технологии, предназначенные для управления рисками организации.

В рабочей группе по разработке семейства стандартов ISO 31000 приняли участие представители национальных органов по стандартизации 26 стран. Разработчики ISO 31000 взяли за основу австралийско-новозеландский стандарт. Однако стандарты ISO 31000 были творчески переработаны и не являются аутентичными австралийско-новозеландскому стандарту.

Наличие у организации сертификата о соответствии системы риск-менеджмента международным стандартам ISO 31000 повышает доверие к ней со стороны заинтересованных сторон, в том числе аудиторов. Подтверждение соответствия стандартам ISO 31000 представляет, в первую очередь, интерес у организаций, бизнес которых ориентирован на международные рынки, а также у банков и страховых компаний, организаций, участвующих в тендерах. Однако получить сертификат соответствия ISO 31000 может любая организация, независимо от ее отраслевой принадлежности.

Как уже отмечалось [5], версия 2015 года семейства международных стандартов ISO 9000 расширило трактовку концептуального принципа менеджмента качества – процессный подход, включив в него такой элемент, как риск-ориентированное мышление. В этой связи управление процессами СМК организации предусматривает, в том числе и управление рисками, возникающими при их реализации.

Научное сообщество в области менеджмента качества отмечает значительные успехи, связанные со стандартизацией такого вида деятельности как управление рисками процессов и СМК в целом. При этом одним из факторов достижений в данной области является переход рассматриваемой деятельности с уровня национальных органов стандартизации, профессиональных ассоциаций на уровень Международной организации по стандартизации (ISO). Стандартизация подходов к управлению рисками организации на международном уровне, в том числе применительно к терминологии, элементов системы управления рисками и связей между ними, позволяет повысить результативность и эффективность системы менеджмента качества организации в целом.

\*\*\*

1. Можаяева, Т.П. Статистическое оценивание SWOT-анализа процессов в системе менеджмента качества / Т.П. Можаяева // Вектор науки Тольяттинского государственного университета – 2017. – № 1. – С. 39-44.
  2. Горленко, О.А. Совершенствование менеджмента организации / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, Т.П. Можаяева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2016. – № 3. – С. 99-104.
  3. Горленко, О.А. Анализ риска и возможностей в системе менеджмента качества организации / О.А. Горленко, Н.М. Борбаць, Т.П. Можаяева // Вестник БГТУ. – 2016. – № 1. – С. 159-163.
  4. Горленко, О.А. Управление кадровыми рисками в системе менеджмента качества организации / О.А. Горленко, Т.П. Можаяева // Вестник БГТУ. – 2017. – № 4(57). – С. 128-136.
  5. Горленко, О.А. Процессно-ориентированный подход в управлении человеческими ресурсами в системе менеджмента качества организации / О.А. Горленко, Т.П. Можаяева, Е.И. Сорокина // Качество и жизнь. – 2018. – № 1(17). – С. 4-9.
-

## РАЗДЕЛ XXXIV. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Гусарова О.Ф., Сеницын С.А., Шумейко Г.С.

### Методика информационных оценок исходных данных и методов расчета при моделировании простых линейчатых поверхностей

*Российский университет транспорта (ПУТ(МИИТ))  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-515

#### Аннотация

При конструировании технических изделий сложной формы широко используются различные методы моделирования поверхностей, к числу которых относятся разновидности каркасных и каркасно-кинематических методов, в том числе с линейной образующей. В геометрии такие поверхности называют линейчатыми. Линейчатые поверхности образуются при непрерывном перемещении отрезка прямой вдоль некоторой направляющей, которая задается в пространстве в аналитической или дискретной форме с последующей аппроксимацией до нужного порядка гладкости. Свойства такой поверхности, в том числе точность ее моделирования и изготовления, зависят от способа задания исходных данных и выбора метода аппроксимации формообразующих линий. Даже в случае аналитического задания производящих линий их измеримость влияет на формообразование. В этой статье предлагается информационная модель линейчатых поверхностей, устанавливающая связь между требуемой точностью формообразования и исходными данными для моделирования поверхности.

**Ключевые слова:** линейчатые поверхности, геометрическая информация, формообразующие линии, предел измеримости, задание исходных данных, метрическая и позиционная информация, моделирование с заданной точностью.

#### Abstract

When designing technical products of complex shape, various surface modeling methods are widely used, which include varieties of frame and frame-kinematic methods, including those with a linear generatrix. In geometry, such surfaces are called ruled surfaces. Ruled surfaces are formed by continuous movement of a straight segment along a certain guide, which is specified in space in an analytical or discrete form, followed by approximation to the desired order of smoothness. The properties of such a surface, including the accuracy of its modeling and manufacturing, depend on the method of specifying the initial data and the choice of the method of approximation of the form-generating lines. Even in the case of analytical specification of the main lines, their measurability affects the formation. This article proposes an information model for ruled surfaces that establishes a relationship between the required shaping accuracy and the input data for surface modeling.

**Keywords:** ruled surfaces, geometric information, form-building lines, measurability limit, specifying initial data, metric and positional information, modeling with a given accuracy.

При конструировании технических изделий часто решаются задачи расчета и моделирования поверхностей по заданным условиям. Результат решения такой задачи трудно предвидеть заранее, поэтому приходится выполнять повторные расчеты, изменяя исходные данные, что называется, вслепую. Метод информационных оценок позволяет решить обратную задачу проектирования поверхности, то есть по требуемой точности и другим желаемым свойствам прогнозируемой поверхности подобрать нужный состав исходных данных и метод, обеспечивающие успешное решение задачи без итерационных процедур.



Рассмотрим информационные модели наиболее простых и часто применяемых в технике поверхностей. Как правило это линейчатые поверхности, образованные перемещением образующих линий по заданному закону.

При перемещении отрезка параллельно самому себе образуется цилиндрическая поверхность, форма которой определяется исключительно направляющей линией, рис.1. Если же отрезок образующей зафиксирован в одной точке пространства, а любая его другая точка перемещается в пространстве по заданному закону, то образуется коническая поверхность, форма которой определяется законом перемещения этой точки отрезка, рис.2.

Рассмотрим кусок линейчатой цилиндрической поверхности с непрерывной направляющей  $m_k$ , заданной в системе координат OXYZ, рис.1

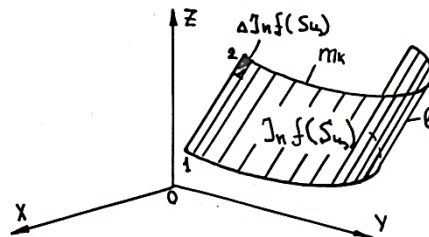


Рисунок 1. Схема формирования произвольной цилиндрической поверхности.

Очевидно, что все точки образующего отрезка  $l$  будут перемещаться по одинаковым траекториям. Тогда позиционная составляющая геометрической информации образующей [1,с.36] может быть вычислена по координатам концов отрезка в любом его положении, например, по точкам 1,2 (рис.1):

$$Inf(l) = \sum_{i=1}^2 \frac{\ln \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}}. \quad (1)$$

Полная геометрическая информация куска поверхности равна:

$$Inf(\Phi) = Inf(m_k) + Inf(l). \quad (2)$$

Тогда геометрическая информация цилиндрической поверхности определяется формулой:

$$Inf(S_u) = \sum_{i=1}^2 \frac{\ln \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}} + Inf_M(l) + Inf(m_k), \quad (3)$$

где:  $Inf(m_k)$  – полная геометрическая информация направляющей;  
 $Inf_M(l)$  – метрическая составляющая информации образующей.

Формула (3) позволяет решать практические задачи расчета цилиндрических поверхностей с заданной точностью  $\Delta n$ .

Поскольку здесь же вычисляется информационная характеристика направляющей  $m_k$ , то возможно выбрать метод ее моделирования и способ задания исходных данных [2,с.484].

Из соотношения (3) следует, что информационные свойства цилиндрической поверхности могут варьироваться путем изменения составляющей  $Inf(m_k)$ , то есть изменения способа задания направляющей.

Далее рассмотрим кусок конической поверхности  $S_k$ , рис.2, заданной в пространстве  $R(3)$  в системе координат OXYZ, узловой точкой (вершиной)  $C(X_c, Y_c, Z_c)$  и направляющей  $m_k$ .

Поверхность образуется перемещением образующей  $l$ , закрепленной в точке  $C$ , по направляющей  $m_k$ . Примем среднюю длину образующей  $l$  равной некоторой величине  $l^*$ . Каждая точка образующей перемещается по своей направляющей  $m_i$ , длина которой находится в пределах от нуля до длины заданной направляющей  $m_k$ .

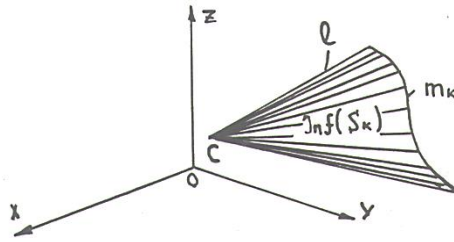


Рисунок 2. Формирование линейчатой конической поверхности.

Определим метрическую составляющую геометрической информации конической поверхности через ее площадь:

$$Inf_M(S_K) = \ln \frac{l^* m_k}{\Delta l \Delta m_k^2}. \quad (4)$$

Преобразуя выражение (4) по свойствам логарифмов, получим:

$$Inf_M(S_K) = \ln \frac{l^*}{\Delta l} + \ln \frac{m_k}{\Delta m_k} + \ln 0,5$$

или

$$nf_M(S_K) = Inf_M(l^*) + Inf_M(m_k) + \ln 0,5. \quad (5)$$

С учетом (2) и позиционной информации точки C имеем:

$$nf(S_k) = Inf_M(l^*) + Inf(m_k) + \frac{\ln \sqrt{x_c^2 + y_c^2 + z_c^2}}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2 + z_c^2}}, \quad (6)$$

где  $Inf(m_k)$  – полная геометрическая информация направляющей  $m_k$ .

При вычислении информационного содержания боковой поверхности прямого кругового конуса, на основании уравнения (2), определяется информационное содержание образующей [3,с.208], как отрезка прямой  $L$ , и направляющей окружности радиуса  $R$ . При формировании поверхности каждая точка образующей перемещается по окружности некоторого радиуса  $r_i$  ( $0 \leq r_i \leq R$ ), поэтому для вычисления метрической составляющей информации направляющей выбирается длина окружности среднего радиуса  $0,5R$ . При этом метрическая составляющая информации боковой поверхности прямого кругового конуса определится суммой:

$$Inf_M(S_K) = \ln \frac{L}{\Delta l} + \ln \frac{2\pi R}{2\Delta r} = \ln \frac{\pi r L}{\Delta r \Delta l}. \quad (7)$$

Такой же результат может быть достигнут непосредственным вычислением геометрической информации площади боковой поверхности конуса:

$$S = \pi R L. \quad (8)$$

Позиционная составляющая информации определяется координатами вершины конуса  $S(x_s, y_s, z_s)$  по формуле:

$$Inf_n(S) = \frac{\ln \sqrt{x_s^2 + y_s^2 + z_s^2}}{\sqrt{x_s^2 + y_s^2 + z_s^2}}. \quad (9)$$

Сумма выражений (7) и (9) определяет полную геометрическую информацию боковой поверхности прямого кругового конуса:

$$Inf(S_K) = \ln \frac{L}{\Delta l} + \ln \frac{R}{\Delta r} + Inf_n(S) + \ln \pi. \quad (10)$$

Последнее соотношение показывает, что информационное содержание поверхности  $S_K$  может варьироваться только путем изменения масштабов измерения формообразующих компонентов –  $L, R$ . В случае произвольной ориентации оси конуса в пространстве в формуле (10) добавляется еще одна позиционная составляющая информации [4,с.54].

Таким образом, даже в случае аналитического представления правильной геометрической поверхности, без привлечения аппарата аппроксимации, точность ее

моделирования и изготовления может варьироваться в зависимости от заданных значений параметров измеримости, в данном случае параметров  $\Delta l, \Delta r$ .

Далее рассмотрим поверхность  $S_V$ , образованную вращением некоторой плоской кривой  $l$  (образующей) вокруг неподвижной оси  $i=Z$  (рис.3). Каждая точка образующей  $l$  перемещается по направляющей  $m_i$  вокруг оси  $i$ . Из множества направляющих окружностей выберем единственную  $m_k$  радиуса  $R_K$  равного среднему значению по всей длине образующей.

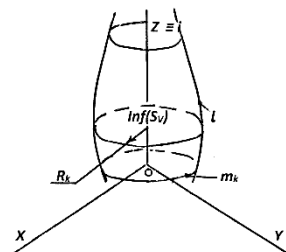


Рисунок 3. Схема формообразования поверхности вращения с плоской образующей.

Тогда, на основании (2) информация поверхности вращения определяется формулой:

$$Inf(S_V) = Inf(l) + \ln \frac{2\pi R_K}{\Delta R}, \quad (11)$$

где первое слагаемое определяет полную геометрическую информацию образующей. Параметр  $R_K$  характеризует среднюю удаленность точек образующей от оси вращения.

В случае произвольной ориентации оси вращения в пространстве в правой части (11) добавляется составляющая позиционной информации оси  $i$ :

$$Inf(S_V) = Inf(l) + Inf(i) + Inf_M(R_K) + \ln 2\pi. \quad (12)$$

По формуле (12) можно определить требуемый уровень геометрической информации при заданной точности моделирования поверхности, на основании которого выбрать метод аппроксимации образующей, а также максимально допустимые интервалы измеримости по осям заданной системы отсчета.

\*\*\*

1. Синицын С.А. Метод статистической аппроксимации геометрических обводов различной гладкости // ОРИС, т.10. 2020. №1. С.34-38.
2. Гусарова О.Ф. Информационно-статистический метод оценки и сравнения локальных ситуационных моделей. E-Scio. 2020.. №3(42) С. 483-485.
3. Синицын С.А. Погрешность формообразования поверхности, заданной кинематическим методом. E-Scio. 2020, №2 (41), с.204-211.
4. Синицын С.А. Концепция моделирования обтекаемых обводов высокоскоростного наземного транспорта // Наука и техника транспорта. – 2011. - №3. - с.52-55.

Сафаралиев Б.С.<sup>1</sup>, Кольева Н.С.<sup>2</sup>, Панова М.В.<sup>2</sup>, Шемакин В.В.<sup>2</sup>

Теоретические аспекты внедрения и интеграции AR технологий в сферу музеев

<sup>1</sup>Челябинский государственный институт культуры  
(Россия, Челябинск)

<sup>2</sup>Уральский государственный экономический университет  
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-516

#### Аннотация

В статье обосновано предположение о том, что AR технологии способны максимально оптимизировать пространство музеев и уменьшить нагрузку работников музеев. Применение технологий дополненной реальности позволяет решить множество проблем современных музеев: уменьшение потребностей в перевозке и затратах на дороге

экспонаты, удобное получение справочной информации о различных музейных образцах, уменьшение скопления людей у определенных исторических ценностей, возможность просмотреть утраченный, но оставшийся в цифровом виде материал и т.д.

**Ключевые слова:** AR, дополненная реальность, музей, информационные технологии.

### **Abstract**

The article substantiates the assumption that AR technologies can maximize the optimization of museum space and reduce the workload of museum workers. The use of augmented reality technologies allows us to solve many problems of modern museums: reducing the need for transportation and costs for expensive exhibits, conveniently obtaining background information about various museum samples, reducing crowds of people near certain historical values, the ability to view lost but remaining digital material.

**Keywords:** AR, augmented reality, museum, information technology.

Дополненная реальность (AR) – это технология, которая позволяет добавлять визуальные, звуковые и другие элементы в реальный мир, создавая гибридное окружение, в котором виртуальные объекты наложены на реальные объекты. AR-технология использует камеры, датчики, проекторы, дисплеи и другие устройства, чтобы создавать этот эффект [1].

AR-приложения могут использоваться в различных областях, включая образование, медицину, игры, маркетинг, дизайн и туризм. В образовании, например, AR-технология может помочь студентам визуализировать и изучать сложные концепции, такие как молекулы и геометрические фигуры. В медицине AR может использоваться для улучшения точности хирургических процедур или для обучения медицинских работников. В маркетинге AR-технология может использоваться для создания интерактивных рекламных кампаний, которые могут привлечь большее внимание и повысить узнаваемость бренда.

Использование дополненной реальности (AR) в музеях стало популярным в последние годы, но первые эксперименты с AR-технологией в музеях начались еще в 1990-х годах. В 1994 году компания Sony разработала систему AR, названную «Virtual Museum», которая позволяла посетителям музея исследовать 3D-модели экспонатов, используя специальные очки и беспроводные контроллеры. Эта технология использовалась в некоторых музеях, но была дорогой и не очень доступной.

В более поздние годы многие музеи начали использовать AR-технологии, чтобы сделать экспонаты более интерактивными и привлекательными для посетителей. В 2010 году Национальный музей истории и культуры Армении запустил приложение «iMuseum», которое использовало AR-технологии для создания виртуальных туров по музею. В 2013 году Музей искусств Метрополитен в Нью-Йорке представил приложение «Met Unframed», которое использовало AR-технологии для создания виртуальных выставок [3].

Сегодня многие музеи во всем мире используют AR-технологии для создания интерактивных выставок и туров. Например, Музей естественной истории в Лондоне создал приложение «Alive» для того, чтобы посетители могли увидеть виртуальных динозавров, движущихся по залам музея. В музее Лувра в Париже создали AR-туры по выставкам, которые позволяют посетителям узнать больше об истории искусства и увидеть произведения искусства в новом свете.

Концепция музея дополненной реальности (AR) заключается в использовании технологии AR для создания более интерактивных и увлекательных выставок и туров, которые могут улучшить опыт посещения музея. В AR-музеях посетители могут увидеть виртуальные объекты, дополнительную информацию, аудио и видеоэффекты, которые помогают им лучше понимать и наслаждаться экспонатами.

Цели музея дополненной реальности могут включать:

1. Создание более интересных и увлекательных выставок, которые могут привлечь больше посетителей и улучшить образовательный процесс.

2. Расширение доступности музеев для людей с ограниченными возможностями, такими как слабовидящие и слабослышащие, путем использования звуковых и визуальных эффектов.
3. Увеличение понимания и оценки экспонатов путем предоставления дополнительной информации и контекста через AR-технологии.
4. Улучшение музейного образования и расширение понимания искусства, истории и культуры через интерактивные и многопроходные выставки.
5. Развитие новых технологий в области музейного искусства, что может привести к улучшению общего качества и доступности музеев [3-4].

Дополненная реальность (AR) играет важную роль в расширении музейного опыта, позволяя посетителям увидеть экспонаты в новом свете и более глубоко погрузиться в мир искусства и истории. Вот несколько способов, которыми AR расширяет музейный опыт:

*Улучшение доступности:* AR-технологии могут помочь сделать музеи более доступными для людей с ограниченными возможностями. Например, приложения AR могут предоставить звуковые описания экспонатов для слабовидящих и слабослышащих посетителей.

*Интерактивность:* AR-технологии позволяют создавать более интерактивные выставки. Посетители могут взаимодействовать с виртуальными объектами, исследовать детали и получать дополнительную информацию о них.

*Погружение:* AR может помочь посетителям глубже погрузиться в музейный опыт. Например, AR-приложения могут создавать виртуальные туры по музею, позволяя посетителям увидеть экспонаты в их историческом контексте.

*Образовательность:* AR-технологии могут помочь музеям предоставить более подробную информацию об экспонатах. Посетители могут получать информацию о происхождении экспонатов, контексте их создания и других интересных деталях.

*Привлекательность:* Использование AR-технологий может сделать музейный опыт более привлекательным для посетителей. Например, AR-приложения могут создавать впечатляющие визуальные эффекты и интерактивные демонстрации, которые помогают посетителям лучше понимать и наслаждаться экспонатами [5-7].

В целом, использование AR-технологий позволяет музеям создавать более интересные и доступные выставки, что может привести к увеличению числа посетителей и улучшению общего музейного опыта. Приведем несколько примеров применения дополненной реальности (AR) в музеях:

«Музей Акрополя» (Афины, Греция): в музее Акрополя используется AR-технология, которая позволяет посетителям увидеть реконструкцию знаменитого Парфенона в его исходном виде, до того, как он был разрушен. С помощью приложения на смартфоне, посетители могут пройти по залам музея, удерживая телефон перед экспонатами и увидеть их в разных ракурсах, а также получить более подробную информацию об истории искусства.

«Музей Лувра» (Париж, Франция): в музее Лувра можно использовать AR-технологии для получения дополнительной информации об экспонатах. С помощью приложения «Музей Лувра» на смартфоне посетители могут сканировать мастерские работы и получать информацию о том, кто и когда их создал, а также увидеть дополнительные фотографии и видео.

«Музей Искусства Метрополитен» (Нью-Йорк, США): в музее Искусства Метрополитен используется AR-технология для создания интерактивных виртуальных туров. Посетители могут использовать приложение на смартфоне, чтобы посмотреть на исторические места и экспонаты музея, такие как знаменитые картины Рембрандта или скульптуры Микеланджело, и узнать больше об их истории и создании.

«Музей Истории Науки» (Лондон, Великобритания): в музее Истории Науки использовали AR-технологии для создания интерактивной выставки о путешествиях в космос. Посетители могут использовать приложение на смартфоне, чтобы увидеть

визуализацию космических кораблей и астронавтов, узнать больше о космических исследованиях и получить более подробную информацию о технологиях, используемых в космических полетах.

Таким образом, AR-технологии существенно улучшают обучение и воспитательную работу в музеях, помогая посетителям лучше понимать материал, улучшать доступность, персонализировать опыт и связываться с темами, которые они изучают.

\*\*\*

1. Афанасьева Е.И. Дополненная реальность в музеях: сравнительный анализ маркерной и безмаркерной технологий // *Eo ipso*. 2023. № 5. С. 7-18.
  2. Старосельникова П.М., Фаритов Р.И., Саукова Н.А., Юнсуров Ш.Ш., Рылов М.Ю., Жуков Д.А., Савенков Т.Е. AR-экспонаты музея ТИУ // В сборнике: Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании. Материалы X Международной научно-практической конференции-конкурса. Тюмень, 2023. С. 275-277.
  3. Вольтер А.Г. VR- и AR-технологии в выставочной деятельности // В сборнике: Развитие креативных индустрий в современном мире. Материалы Международной научно-практической конференции (в рамках программы V Международного фестиваля дизайна «Красный проспект»). Составители: Г.Б. Паршукова, Е.А. Груздева. Новосибирск, 2021. С. 76-79.
  4. Пичкурова И.А. Новые цифровые технологии современного музейного мира // *Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств*. 2022. № 58. С. 62-66.
  5. Кольева Н.С., Даниелян А.С. Перспективы использование VR/AR технологий в металлургии // В сборнике: Цифровая трансформация общества и информационная безопасность. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Отв. за выпуск А.Ю. Коковихин, отв. редактор М.А. Панов. Екатеринбург, 2023. С. 84-88.
  6. Скидан Н.Д., Чунина А.К. VR И AR – современное АРТ-пространство // В сборнике: Месмахеровские чтения – 2019 научно-исследовательские работы аспирантов и студентов. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 401-406.
  7. Балахчи А.Г., Угорская Я.А., Карнаухова В.К., Инешина О.А. Технологии дополненной реальности в экскурсионной деятельности и музейном пространстве // В сборнике: Региональный туризм в условиях цифровой экономики. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Иркутск, 2023. С. 14-20.
-

## РАЗДЕЛ XXXV. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Медведев А.Р.

### Построение макета сети крупного объекта информатизации на базе протокола динамической маршрутизации OSPF с применением средств эмуляции сетевых устройств

*Московский Технический Университет Связи и Информатики  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-517

#### Аннотация

Статья посвящена вопросам изучения особенностей проектирования сети крупного объекта информатизации на базе протокола динамической маршрутизации OSPF с применением средств эмуляции сетевых устройств. В качестве основного средства эмуляции реальной сети использовано программное обеспечение Cisco Packet Tracer.

**Ключевые слов:** OSPF, динамическая маршрутизация, компьютерные сети, маршрутизация, Cisco Packet Tracer, эмуляция сетевых устройств, моделирование сети, объект информатизации.

#### Abstract

The article is devoted to the study of the features of network design for a large information technology facility based on the OSPF dynamic routing protocol using network device emulation tools. Cisco Packet Tracer software was used as the main means of emulating a real network.

**Keywords:** OSPF, dynamic routing, computer networks, routing, Cisco Packet Tracer, network device emulation, network modeling, informatization object.

#### Введение

Актуальность данной статьи заключается в том, что любая вычислительная сеть крупного предприятия перед имплементацией нуждается в тщательном планировании и макетировании. Такой подход позволит избежать многих проблем, которые могли бы быть предупреждены на этапе моделирования. На данном этапе развития компьютерной техники и программ-эмуляторов в частности, многие эмуляторы сетевых устройств позволяют с высокой точностью моделировать поведение реальных сетевых устройств, тем самым позволяя оценить трудоемкость конфигурирования сети, возможность возникновения проблем, трудозатраты, денежные затраты и иные параметры.

#### Обзор программного средства моделирования сети – Cisco Packet Tracer

Выбор именно этого программного пакета в качестве средства эмуляции сети крупного объекта информатизации обусловлен несколькими важными факторами, касающимися характеристик данного инструмента.

Во-первых, данное программное средство свободно распространяемое и доступно бесплатно после регистрации на сайте сетевой академии вендора Cisco Systems. Это безусловно “добавляет очки” в пользу выбора именно этого программного средства, так как за него не придётся платить.

Во-вторых, этот инструмент имеет богатую историю – впервые Cisco представила свой симулятор более 20 лет назад – в 2000 году. С тех пор этот инструмент получил развитие, приобрел широкое коммьюнити в среде профессиональных сетевых инженеров. Это означает, что программное средство, прошедшее столь долгий путь и по-прежнему занимающее лидирующее положение в сфере сетевых эмуляторов, может пользоваться доверием, а риск того, что результаты, полученные в рамках моделирования в упомянутой среде, будут иметь существенные различия с тем, как ведут себя реальные сетевые

устройства – коммутаторы, маршрутизаторы, оконечные устройства и так далее, сводится к минимуму.

В-третьих, Программное решение Cisco Packet Tracer позволяет имитировать работу широкого ряда различных сетевых устройств - начиная с маршрутизаторов, коммутаторов, точек беспроводного доступа, персональных компьютеров, сетевых принтеров и заканчивая IP-телефонами, умными устройствами, такими как смартфоны, ноутбуки и другие. Работа в среде этого симулятора дает определённо схожее ощущение настройки реальной сети, включающей десятки, а подчас и даже сотни сетевых устройств. Настройки, в свою очередь, зависят от характера устройств: одни можно настроить с помощью командного интерфейса операционной системы Cisco IOS, другие – путем графического веб-интерфейса, иные – через графические меню.

В-четвертых, данное программное средство требует действительно немного системных ресурсов для воспроизведения сетей большого масштаба. Это выгодно отличает данное средство от к примеру средств виртуализации, где для запуска образа той, или иной сетевой ОС, требуется давать ресурсы, сравнимые с теми, что закладываются в настоящие, аппаратные коммутаторы, или маршрутизаторы.

### Обзор моделируемой сети крупного объекта информатизации

Рассмотрим сеть крупного объекта информатизации, которую мы планируем реализовать в среде моделирования Cisco Packet Tracer. Для начала дадим краткое описание сети. Сеть будет распределенной – по легенде существует головной филиал организации, а также два удаленных филиала, меньших по масштабу. В головном филиале существует множество подсетей, выделяемых, к примеру, по принадлежности хостов к тому, или иному структурному подразделению компании(бухгалтерия, отдел кадров и тд.), в удаленных филиалах по одной сети на все хосты. Головной офис и филиалы соединены магистральной сетью с применением протокола BGP. Маршрутизация внутри головного офиса имплементирована с применением протокола OSPF. Перенесем полученное описание в среду моделирования.

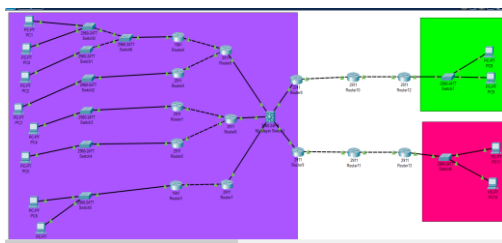


Рисунок 1. Сеть крупного объекта информатизации.

Дадим краткое пояснение происходящему на рисунке выше – здесь цветом выделены головной офис(сиреневый цвет), а также удаленные филиалы – зеленый, розовый.

Теперь более детально разберем структуру сети. Приведем систему IP-адресации, которая будет использована при реализации подсетей, входящих в исходную сеть.

Таблица 1

Схема IP-адресации в моделируемой сети.

Номер VLAN(ВЛВС)	Идентификатор Подсети	Длина маски в битах
VID:2	192.168.2.0	24
VID:3	192.168.3.0	25
VID:4	192.168.4.0	25
VID:5	192.168.5.0	26
VID:6	192.168.6.0	26
VID:7	192.168.7.0	24
VID:8	192.168.8.0	27
VID:9	192.168.9.0	25



Поясним логику происходящего в таблице выше – здесь указаны идентификаторы VLAN (VID), идентификаторы используемой подсети, а также длина маски подсети в битах. Длина маски выбрана в зависимости от того, планируется ли расширения в данной сети, или же она останется такой же по размеру.

Теперь поясним работу протокола OSPF в головном офисе: единый OSPF-домен будет делиться на части меньшего размера путем использования механизма под названием области. Этот инструмент позволяет выделять группу маршрутизаторов и сетей, подключенных к ним в обособленную группу. За счет этого достигается более высокий уровень сетевой изоляции, а также снижаются накладные расходы на сеть за счет уменьшения количества служебного трафика.

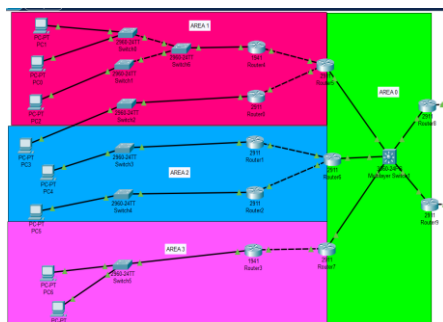


Рисунок 2. Деление на OSPF-области.

Отметим, что нулевая область (AREA 0) является опорной, а области 1, 2 и 3 будут тупиковыми, для более эффективного расходования имеющихся ресурсов.

Теперь рассмотрим вопрос, касающийся того, как сеть головного филиала будет взаимодействовать с удаленными офисами. Для этого в нашей модели есть часть, имитирующая магистральную сеть, к примеру, сеть провайдера услуг связи. Вот эта часть на схеме.

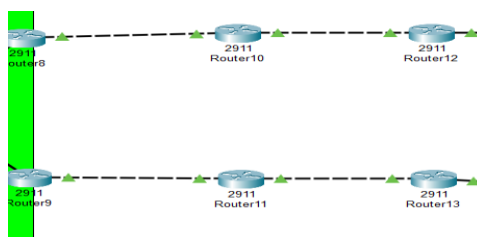


Рисунок 3. Магистральная сеть.

Поскольку в данной части сети будет действовать протокол маршрутизации BGP (в крупных сетях такой подход значительно упрощает управление сетью, а также повышает ее гибкость и масштабируемость), то нам потребуется ввести некий механизм, позволяющий обмениваться маршрутной информацией различным маршрутизирующим окружениям, а в данном случае это BGP и OSPF. Таким механизмом могли бы стать маршрутные политики (Route Policy), Листы перераспределения маршрутов (Distribute List), а также собственно само Перераспределение маршрутов. Мы прибегнем к помощи последнего инструмента по причине его простоты конфигурирования, предсказуемости результатов, а также надежности.

Вот как это будет происходить:

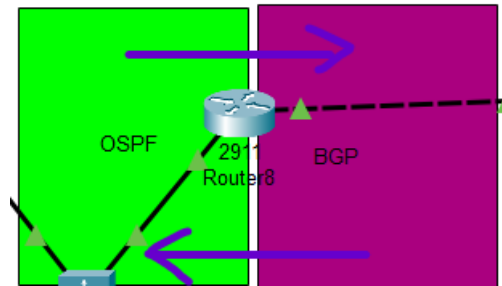


Рисунок 4. Перераспределение маршрутов.

В окружение BGP будут поступать маршруты изученные маршрутизатором ASBR (особый тип устройств в определениях протокола OSPF) во всех областях, а в окружение протокола OSPF будут поступать маршруты, изученные по протоколу BGP.

Теперь рассмотрим заключительную часть собранной схемы, а именно два удаленных филиала.

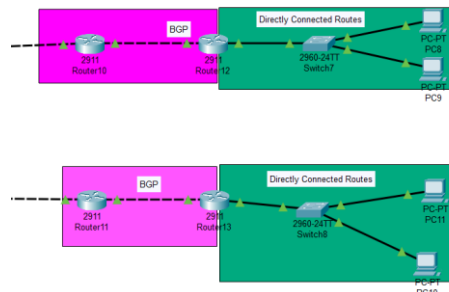


Рисунок 5. Детали маршрутизации в удаленных филиалах.

Здесь схема маршрутизации похожа на ту, что была предложена в головном офисе, однако, в самих филиалах здесь не запущен никакой протокол маршрутизации – таблица маршрутизации будет заполняться сетями, подключенными напрямую. Это возможно по причине того, что в каждом из удаленных филиалов есть всего по одной сети и они напрямую подключены к маршрутизатору, который выходит во внешнюю сеть. Также эти маршруты будут перегружаться в процесс BGP при помощи уже упомянутого механизма перераспределения маршрутов.

#### Реализация моделируемой сети крупного объекта информатизации

Перейдем к реализации сети крупного объекта информатизации. Для начала приведем базовую настройку одного из коммутаторов доступа, где происходит сегментирование сети на канальном уровне посредством технологии VLAN.

```
!
interface FastEthernet0/2
  switchport access vlan 2
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
  switchport trunk allowed vlan 2-9
  switchport mode trunk
```

Вот часть конфигурации, отвечающая за настройку портов доступа (FastEthernet0/2) и магистральных портов (interface FastEthernet0/3)

Теперь перейдем к настройкам роутеров в части конфигурирования протокола OSPF. Приведем рабочую конфигурацию одного из устройств

```
router ospf 10
  router-id 192.168.100.1
  log-adjacency-changes
  area 1 stub no-summary
  network 192.168.2.1 0.0.0.0 area 1
  network 192.168.3.1 0.0.0.0 area 1
```

```
network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0
```

Здесь мы объявляем процесс протокола маршрутизации с номером 10, декларируем то, что область 1 является тупиковой, а затем перечисляем сети, которые относятся к области 1 и к области 0, а также присваиваем маршрутизатору уникальный Router ID (RID)

Подобные же конфигурации мы повторим на всех нужных маршрутизаторах.

После настройки базовых средств протокола OSPF мы должны убедиться в том, что маршрутизаторы успешно рассылают сообщения LSA, тем самым распространяя информацию об известных им маршрутах по сети. Для того, чтобы выяснить какие соседи присутствуют у маршрутизаторов в опорной зоне, выполним соответствующую команду. Ее вывод представлен на рисунке ниже.

```
Router#show ip ospf ne
Router#show ip ospf neighbor

Neighbor ID    Pri   State           Dead Time   Address        Interface
192.168.100.1  1     FULL/DR         00:00:31   10.0.0.1      GigabitEthernet0/0
10.0.0.18     1     FULL/BDR        00:00:37   10.0.0.18     GigabitEthernet0/2
10.0.0.19     1     FULL/DROTHER    00:00:36   10.0.0.19     GigabitEthernet0/2
10.0.0.21     1     FULL/DROTHER    00:00:32   10.0.0.21     GigabitEthernet0/2
10.0.0.22     1     FULL/DROTHER    00:00:37   10.0.0.22     GigabitEthernet0/2
Router#
```

Рисунок 6. Установление OSPF-соседства.

Как мы видим, все маршрутизаторы в опорной зоне знают друг о друге и могут получать информацию о маршрутах, не подключенных напрямую к ним самим. В подтверждение этого приведем вывод команды, отображающий таблицу маршрутизации на роутере ASBR(пограничный маршрутизатор всего OSPF-домена)

```
Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, S - SGP
       I - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, O - ODR, * - ODR, * - ODR
       * - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 3 masks
O IA 10.0.0.0/30 [110/2] via 10.0.0.17, 00:00:29, GigabitEthernet0/0
C    10.0.0.16/28 is directly connected, GigabitEthernet0/0
I    10.0.0.22/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O IA 10.0.0.24/24 [110/2] via 10.0.0.17, 00:00:29, GigabitEthernet0/0
O IA 10.0.0.26/30 [110/2] via 10.0.0.18, 00:00:19, GigabitEthernet0/0
O IA 10.0.0.30/30 [110/2] via 10.0.0.19, 00:00:19, GigabitEthernet0/0
O IA 192.168.1.0/24 [110/3] via 10.0.0.17, 00:00:29, GigabitEthernet0/0
192.168.1.0/24 is subnetted, 3 subnets
O IA 192.168.1.0/25 [110/3] via 10.0.0.17, 00:00:29, GigabitEthernet0/0
O IA 192.168.1.0/24 [110/3] via 10.0.0.17, 00:00:29, GigabitEthernet0/0
O IA 192.168.1.0/24 [110/3] via 10.0.0.18, 00:00:19, GigabitEthernet0/0
O IA 192.168.1.0/24 [110/3] via 10.0.0.19, 00:00:19, GigabitEthernet0/0
```

Рисунок 7. Таблица маршрутизации на ASBR.

Как мы видим, в таблицу маршрутизации внесены все сети, присущие головному филиалу, отдельно прокомментируем то, что они помечены как IA – что означает, что маршрут пришел на устройство из другой области, это именно тот результат, который мы преследовали в рамках деления единого домена маршрутизации на более мелкие части – в тупиковых зонах будет известен только один маршрут во внешние сети, в то время как в опорной нулевой области будут известны все доступные маршруты. Для сравнения приведем таблицу маршрутизации с маршрутизатора, располагающегося в тупиковой зоне.

```
Router#show ip route 0/0
Router#show ip route ospf
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 10.0.0.2, 01:05:08, GigabitEthernet0/1
```

Рисунок 7. Таблица маршрутизации в тупиковой зоне.

Как можно отметить, здесь результат также ожидаемый и таблица маршрутизации за счет грамотного деления на области очень компактна – всего одна запись и это маршрут нулевой четверки.

Теперь выполним настройку протокола BGP на участке сети, который будет имитировать сеть провайдера. Вот базовая настройка протокола.

```
router bgp 14
  bgp log-neighbor-changes
  no synchronization
  neighbor 172.16.1.1 remote-as 13
  neighbor 172.16.1.6 remote-as 16
  network 172.16.4.0 mask 255.255.255.252
  network 172.16.1.0 mask 255.255.255.252
  !
```

Рисунок 8. Конфигурация BGP.

Здесь мы объявляем нужную BGP-автономную систему, в данном случае 14, указываем соседей из других автономных областей и перечисляем сети, которые нужно анонсировать.

```

Router#show ip bgp summary
BGP router identifier 172.16.1.5, local AS number 14
BGP table version is 16, main routing table version 6
16 network entries using 1848 bytes of memory
14 path entries using 728 bytes of memory
13/11 BGP path/next-hop attribute entries using 2208 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 72 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
Bitfield cache entries: current 1 (at peak 1) using 32 bytes of memory
BGP using 4888 total bytes of memory
BGP activity 13/0 prefixes, 14/0 paths, scan interval 60 secs

Neighbor    V    AS  NextHop  NextLen  TtlVer  Inq  OutQ  Up/Down  State/PfxRcd
172.16.1.1    4    13     60     48      16    0    0 00:46:54    4
172.16.1.6    4    16     48     44      16    0    0 00:00:12    4

```

Рисунок 9. Установление BGP-соседства.

Как мы видим, соседство успешно установлено. Переходим к финальной части, а именно перегрузке маршрутов из одного маршрутизирующего окружения в другое.

```

router bgp 13
  bgp log-neighbor-changes
  no synchronization
  neighbor 172.16.1.2 remote-as 14
  network 172.16.1.0 mask 255.255.255.252
  redistribute ospf 10
!

```

Рисунок 10. Редистрибьюция маршрутов.

Здесь после указания всех базовых команд мы прописываем директиву, которая выполняет передачу маршрутов в данном случае из процесса OSPF 10 в процесс BGP 13. После этого сверим таблицу маршрутизации на роутере, где OSPF не запущен, там должны появиться перераспределенные маршруты.

```

Router#show ip route bgp
B    10.0.0.0/30 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    10.0.0.16/28 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    10.0.0.32/30 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    10.0.0.36/30 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    10.0.0.40/30 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    172.16.1.0/30 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    192.168.2.0/24 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    192.168.3.0 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    192.168.4.0/24 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    192.168.5.0 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00
B    192.168.6.0/24 [20/0] via 172.16.1.5, 00:00:00

```

Рисунок 11. Таблица BGP-маршрутов.

Как мы видим, все маршруты успешно установлены в таблицу маршрутизации.

Теперь выполним перегрузку из BGP в OSPF. Для этого воспользуемся следующей командой.

```

router bgp 16
  bgp log-neighbor-changes
  no synchronization
  neighbor 172.16.1.5 remote-as 14
  redistribute connected
!

```

Рисунок 12. Редистрибьюция прямоподключенных маршрутов.

Здесь выполняется перегрузка маршрутов подключенных напрямую из окружения удаленного филиала в магистральную сеть.

После этого можно считать, что базовая настройка всех сетевых устройств в сети крупного объекта информатизации завершена, а поставленная в названии статьи цель - построение макета сети крупного объекта информатизации на базе протокола динамической маршрутизации OSPF с применением средств эмуляции сетевых устройств, достигнута.

\*\*\*

1. Новожилов, Е.О. Компьютерные сети. Учебное пособие / Е.О. Новожилов. - М.: Academia, 2016. - 288 с.
2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. - СПб.: Питер, 2019. - 960 с.
3. Шелухин, О.И. Обнаружение вторжений в компьютерные сети (сетевые аномалии): Учебное пособие для вузов / О.И. Шелухин, Д.Ж. Сакалема, А.С. Филинова. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 220 с.
4. Столлингс, В. Компьютерные сети, протоколы и технологии Интернета / В. Столлингс. - СПб.: BHV, 2005. - 832 с.
5. Дибров, М. В. Компьютерные сети и телекоммуникации. Маршрутизация в ip-сетях в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для СПО / М. В. Дибров. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 333 с.

## РАЗДЕЛ XXXVI. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Басыня В.А., Мельник В.Н., Лукьянчик В.Н., Чеботарь И.Т.

### Влияние новых технологий, таких как 5G, на проектирование сетей связи военного назначения

*Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-518

#### Аннотация

Эволюция современных технологий имеет значительное влияние на военные операции и требует постоянного развития средств военной связи. Одной из самых важных технологических инноваций последних лет является внедрение 5G. Эта статья исследует влияние новых технологий, включая 5G, на проектирование сетей военной связи, обсуждая технологические и стратегические аспекты.

**Ключевые слова:** Технологии, 5G, Военные операции, Военная связь, Инновации, Проектирование сетей, Стратегические аспекты, Пропускная способность, Низкая задержка, Множество устройств, Безопасность, Виртуализация сети, Сопротивляемость помехам, Вмешательство, Связь в реальном времени.

#### Abstract

The evolution of modern technologies has a significant impact on military operations and requires constant development of military communication systems. One of the most important technological innovations in recent years is the implementation of 5G. This article explores the influence of new technologies, including 5G, on the design of military communication networks, discussing technological and strategic aspects.

**Keywords:** Technologies, 5G, Military operations, Military communication, Innovations, Network design, Strategic aspects, Bandwidth, Low latency, Multitude of devices, Security, Network virtualization, Resilience to interference, Interference, Real-time communication.

В современных военных операциях связь играет фундаментальную роль, обеспечивая координацию, разведку, командование и контроль. С развитием новых технологий, таких как 5G, военные сети должны адаптироваться, чтобы соответствовать новым требованиям и вызовам.

5G — это пятое поколение мобильных сетей (от английского "5th Generation"). Это новейшая стандартизированная технология сотовой связи, представляющая собой следующий этап развития после 4G (LTE). 5G обеспечивает значительное увеличение скорости передачи данных, уменьшение задержек, повышение емкости сетей и поддержку подключения огромного количества устройств, включая интернет-вещей (IoT). Однако внедрение 5G также влечет за собой изменения в проектировании сетей радиосвязи.

Влияние высокочастотного диапазона (включая миллиметровые волны) 5G на проектирование сетей связи военного назначения представляет собой один из важнейших аспектов этой новой технологии. Высокочастотные диапазоны, которые используются в 5G, включают частоты от 30 ГГц и выше, и они отличаются от тех, которые преимущественно использовались в предыдущих поколениях мобильных сетей, таких как 4G (LTE). Это позволяет достичь высокой скорости передачи данных, но требует более плотного развертывания базовых станций обширной инфраструктуры и мощных антенн. В проектировании сетей связи необходимо учесть эту особенность и разработать план развертывания сети, который обеспечивает полное покрытие и высокую пропускную способность.

5G поддерживает огромное количество подключенных устройств, включая устройства Интернета вещей (IoT). Это изменяет парадигму военной связи, поскольку множество датчиков, умных устройств и сенсоров могут активно участвовать в сборе и обмене информацией. 5G играет критическую роль в поддержании связи для этой экосистемы, и это оказывает существенное воздействие на проектирование сетей радиосвязи. Это означает, что сети связи должны быть способны обрабатывать большой объем данных от различных устройств. Проектирование сетей должно учитывать возросшую нагрузку и обеспечивать эффективное управление ресурсами.

5G обещает низкую задержку в передаче данных. Это критически важно для военных приложений, таких как беспилотные системы, автономные транспортные средства и удаленное управление. Низкая задержка позволяет реагировать на события в реальном времени и принимать оперативные решения.

При проектировании сетей связи необходимо обеспечить минимальную задержку, что требует оптимизации сетевой инфраструктуры и алгоритмов маршрутизации.

5G способствует виртуализации сети, что позволяет динамически управлять ресурсами и оптимизировать сеть в реальном времени. Проектирование сетей радиосвязи должно учитывать возможности виртуализации и разрабатывать гибкие архитектуры, способные адаптироваться к изменяющимся потребностям.

Виртуализация сети позволяет абстрагировать физические сетевые ресурсы от их логической функциональности. Это означает, что военные коммуникационные системы могут динамически адаптировать и оптимизировать использование ресурсов в реальном времени. Например, сеть может автоматически увеличивать пропускную способность для конкретных задач или подключать дополнительные устройства без необходимости физических изменений в инфраструктуре. Это способствует эффективности сети и позволяет быстро реагировать на изменяющиеся требования военных операций.

Каждая виртуальная сеть может иметь свои параметры безопасности и управления, что особенно важно для секретных военных операций. Виртуализация сети позволяет создавать отдельные виртуальные сети на одной физической инфраструктуре. Военные операции могут использовать это для создания изолированных коммуникационных сетей, что обеспечивает высокий уровень безопасности и разграничения.

Виртуализация сети также позволяет создавать сети, которые поддерживают мобильность и доступность в разных местах. Это означает, что военные коммуникационные системы могут быть более гибкими и адаптироваться к различным условиям на местности. Например, они могут обеспечивать связь в регионах с ограниченной инфраструктурой или даже в движении (например, на боевых машинах).

Так же сети военной связи могут более эффективно использовать ресурсы и предоставлять более высокий уровень обслуживания благодаря виртуализации. Алгоритмы и системы управления могут анализировать трафик и динамически перераспределять ресурсы, чтобы удовлетворить потребности в реальном времени. Это существенно снижает задержки и повышает надежность коммуникации в военных операциях.

Виртуализация позволяет военным создавать и настраивать свои собственные коммуникационные решения в соответствии с конкретными требованиями и целями операций. Это позволяет адаптировать сеть к уникальным потребностям вооруженных сил и обеспечивать надежную и безопасную связь.

Виртуализация сети может помочь в вопросах скрытности и безопасности. Военные могут использовать виртуальные сети для создания скрытых коммуникационных каналов и обеспечения защиты данных во время передачи.

В целом, виртуализация сети в контексте 5G позволяет военным создавать гибкие, эффективные и безопасные коммуникационные системы, способные удовлетворить высокие требования военных операций. Это важный элемент современных военных коммуникаций, который позволяет армиям эффективно управлять своими ресурсами и обеспечивать связь в самых разнообразных условиях боевых действий.

С ростом объема передаваемых данных и количества подключенных устройств возрастает важность безопасности. Военные сети должны быть усовершенствованы в области шифрования, аутентификации и обеспечения конфиденциальности. 5G также предоставляет возможности для более надежных и защищенных коммуникаций в условиях, где безопасность имеет приоритет.

Внедрение технологий, таких как 5G, оказывает значительное воздействие на проектирование сетей военной связи и требует стратегических решений и инвестиций. Необходимо учесть изменения в архитектуре сети, обеспечить соответствие стандартам безопасности и разработать стратегии управления данными и ресурсами. Военные организации должны адаптировать свои коммуникационные системы, чтобы оставаться впереди в области связи и обеспечивать успешное выполнение военных операций. Научное исследование и разработка в этой области остаются приоритетными задачами для военных исследовательских учреждений и индустрии.

\*\*\*

1. Мухаметжанова, А. О. Влияние сотовой связи пятого поколения на рабочий спектр военных радиочастот / А. О. Мухаметжанова, В. А. Чабанов // *Авиационные системы*. – 2021. – № 12. – С. 32-35. – EDN WTSYIU.
2. Пипия, Л. К. Военное применение связи 5G на территории Европы / Л. К. Пипия, В. С. Дорогокупец // *Наука за рубежом*. – 2023. – № 118. – С. 1-57. – DOI 10.37437/2222517X-2023-118-6-1-57. – EDN PRHULA.
3. Кондаков, М. С. Возможности мобильных технологий LTE/5G в военной связи / М. С. Кондаков, В. В. Солопов // *Теория и техника радиосвязи*. – 2020. – № 4. – С. 36-47. – EDN QJNWVM.

**Басыня В.А., Мельник В.Н., Лукьянчик В.Н., Чеботарь И.Т.**

### **Преимущества и проблемы использования ячеистых сетей для радиосвязи**

*Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-519

#### **Аннотация**

Ячеистые сети представляют собой инновационное средство обеспечения беспроводной связи, которое стало неотъемлемой частью современных коммуникаций. В данной статье рассматриваются ключевые аспекты применения ячеистых сетей в области современной радиосвязи. Статья подробно анализирует преимущества, связанные с этой технологией, включая высокую пропускную способность, надежность и улучшенное управление трафиком, а также выделяет основные проблемы, включая интерференцию, вопросы безопасности и инфраструктурные вызовы. Понимание этих аспектов играет важную роль в развитии будущих коммуникационных сетей и обеспечении качественной беспроводной связи в нашем быстро меняющемся мире.

**Ключевые слова:** Ячеистые сети, радиосвязь, преимущества, проблемы, интерференция, надежность, управление трафиком, безопасность, инфраструктура.

#### **Abstract**

The scientific article "Advantages and Challenges of Using Cellular Networks for Radiocommunication" explores the key aspects of employing cellular networks in the realm of contemporary radiocommunication. The article meticulously examines the advantages associated with this technology, including high bandwidth, reliability, and enhanced traffic management, while also highlighting primary challenges such as interference, security issues, and infrastructure-related obstacles. Understanding these aspects plays a vital role in shaping the development of future communication networks and ensuring high-quality wireless communication in our rapidly evolving world.

**Keywords:** Cellular networks, radiocommunication, advantages, challenges, interference, reliability, traffic management, security, infrastructure.

Ячеистые сети, также известные как сети мобильной связи следующего поколения, представляют собой систему, в которой территория разделена на ячейки, каждая из которых оборудована базовой станцией для обеспечения беспроводной связи. Эта технология стала фундаментальной для мобильной связи и имеет как преимущества, так и проблемы, которые нужно рассмотреть.

В аспекте военной связи ячеистые сети представляют собой важную технологическую составляющую для обеспечения коммуникаций и связи военных и правоохранительных органов.

Ячеистые сети играют важную роль в военной связи, обеспечивая эффективное и надежное общение в различных военных сценариях. Одной из их ключевых особенностей является способность быстро развертывать коммуникационную инфраструктуру на поле боя. Военные могут устанавливать базовые станции и создавать ячейки связи, обеспечивая покрытие в реальном времени в различных районах операций.

Эта мобильность особенно важна, учитывая, что военные части часто находятся в движении. Ячеистые сети обеспечивают им гибкость и возможность быстро перемещаться, и связь автоматически переключается между различными ячейками, обеспечивая непрерывную связь даже в условиях активных боевых действий.

Следует отметить, что военные операции требуют высокой степени надежности в связи. Если одна базовая станция выходит из строя или подвергается атаке, другие станции в пределах ячейки могут продолжать обеспечивать связь, что важно для обеспечения непрерывной коммуникации, даже в случае инцидентов или сбоев.

С безопасностью данных в военной связи связаны особые требования. Ячеистые сети предоставляют механизмы шифрования и защиты данных, обеспечивая защиту важной информации от несанкционированного доступа.

Кроме того, ячеистые сети интегрируют различные виды связи, включая голосовую связь, передачу данных и видеосвязь. Это обеспечивает возможность обмена разнообразной информацией во время военных операций.

Ячеистые сети также могут быть использованы для управления беспилотными системами и дронами, что важно в разведывательных и наблюдательных операциях. Они предоставляют возможность для тактической связи на поле боя, а также для стратегической связи между различными военными объектами и командами.

Высокая пропускная способность ячеистых сетей играет решающую роль в обеспечении эффективной военной связи. Пропускная способность определяет скорость передачи данных через сеть и способность обрабатывать большие объемы информации. В контексте военных операций это имеет первостепенное значение.

Ячеистые сети достигают высокой пропускной способности благодаря нескольким факторам. Во-первых, они используют разные частотные диапазоны, что позволяет им поддерживать одновременно большое количество абонентов и устройств. Это выделение разных частот под разные ячейки снижает интерференцию и повышает общую пропускную способность.

Кроме того, ячеистые сети располагают множеством базовых станций, распределенных по всей территории. Это уменьшает нагрузку на каждую станцию и обеспечивает высокую пропускную способность для каждой ячейки. Такой децентрализованный подход способствует эффективному использованию ресурсов и предоставляет стабильную связь в различных условиях.

Внедрение технологий с множеством антенн (MIMO) является еще одним фактором, способствующим увеличению пропускной способности. Он позволяет одновременно использовать несколько антенн для передачи и приема данных, что увеличивает эффективность сети и способствует более быстрой передаче информации.

С появлением более новых стандартов связи, таких как 4G LTE и 5G, пропускная способность значительно увеличилась по сравнению с предыдущими поколениями сетей. Эти



стандарты обеспечивают более высокую скорость передачи данных и низкую задержку, что особенно полезно в военных операциях, где требуется оперативная связь.

Важным элементом высокой пропускной способности являются широкополосные каналы. Они позволяют передавать большие объемы данных в один и тот же момент времени, что способствует обеспечению высокой пропускной способности сети и быстрой передаче информации военным частям.

Наконец, ячеистые сети интегрируются в системы управления военными операциями, обеспечивая связь и передачу данных для эффективного руководства действиями на поле боя. Их гибкость, надежность и безопасность делают их критическими аспектами в военных операциях, способствуя успешному выполнению задач в разнообразных сценариях.

Ячеистые сети предоставляют высокую пропускную способность и эффективное обеспечение военной связи, однако они также сталкиваются с рядом проблем, которые могут повлиять на их функциональность и надежность.

Одной из основных проблем является интерференция и спектральная эффективность. В условиях насыщенных сетей и большого количества подключенных устройств, возникают проблемы с интерференцией между сигналами. Это может снижать качество связи и эффективность использования радиоспектра. Решение этой проблемы требует разработки алгоритмов управления спектром и координации между базовыми станциями.

Еще одной серьезной заботой являются проблемы безопасности. Ячеистые сети подвержены различным видам атак, включая перехват данных и вредоносные атаки. Военные операции требуют высокого уровня безопасности, чтобы защитить чувствительную информацию от несанкционированного доступа. Поэтому разработка и внедрение механизмов шифрования и аутентификации имеют решающее значение.

Инфраструктурные проблемы также возникают при построении ячеистых сетей. Для их функционирования требуется много инфраструктуры, включая базовые станции, оптоволоконные сети и другие элементы. Это может вызывать экологические и городские проблемы, связанные с размещением оборудования и использованием энергии.

Проблемы совместимости ячеистых сетей с другими сетями могут также возникнуть. Это может привести к снижению качества связи и необходимости урегулирования конфликтов между различными сетевыми структурами. Разработка стандартов и протоколов для улучшения совместимости становится важной задачей.

Несмотря на многочисленные преимущества, ячеистые сети также сталкиваются с вызовами, которые требуют внимания и инноваций в области управления сетью, безопасности и инфраструктуры. Решение этих проблем

Ячеистые сети предоставляют значительные преимущества для радиосвязи, такие как высокая пропускная способность, надежность и поддержка мобильности. Однако, несмотря на многочисленные преимущества, они также сталкиваются с вызовами, включая интерференцию, проблемы безопасности и инфраструктурные вопросы.

Понимание этих преимуществ и проблем позволяет разработать стратегии для улучшения будущего развития ячеистых сетей и обеспечения беспроводной связи более высокого качества, а также максимально эффективно использовать потенциал ячеистых сетей для военной связи.

\*\*\*

1. Летфуллин Ильгам Рамилевич Стандарты и технологии беспроводных сетей связи ближнего радиуса действия // Труды МАИ. 2022. №124.
2. Пей Пинг, Юрий Н. Петренко Моделирование ячеистых сетей // Системный анализ и прикладная информатика. 2015. №2
3. Апарин, В. Сравнение ячеистых (mesh) сетей // Беспроводные технологии. – 2019. – № 1(54). – С. 22-26.

**Басыня В.А., Мельник В.Н., Лукьянчик В.Н., Чеботарь И.Т.**  
**Применение элементов искусственного интеллекта на ретрансляторах связи с носителями легче воздуха**

*Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-520

**Аннотация**

Анализ вопросов организации и обеспечения связи военного назначения в особых условиях позволяет сделать вывод, что многие вопросы, сопровождающие решение этой задачи, связаны с необходимостью развертывания ретрансляторов связи. Часть задач управления функционированием таких ретрансляторов может быть возложена на программы и технические устройства, обладающие функцией искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** Ретранслятор связи, техническое средств, фазированная антенная решетка, энергообеспечение аппаратуры ретранслятора связи, охранная система, транспортное средство, Арктическая зона Российской Федерации, привязной ретранслятор связи, электромагнитная совместимость.

**Abstract**

An analysis of the issues of organizing and providing military communications in special conditions allows us to conclude that many issues accompanying the solution of this task are related to the need to deploy communication repeaters. Part of the tasks of controlling the functioning of such repeaters can be assigned to programs and technical devices that have the function of artificial intelligence.

**Keywords:** Communication repeater, technical equipment, phased array antenna, power supply of communication repeater equipment, security system, vehicle, Arctic zone of the Russian Federation, tethered communication repeater, electromagnetic compatibility.

Применение ретрансляторов связи обусловлено наличием ряда причин, когда требуется повысить качество связи между приемопередающими устройствами корреспондентов.

Первая причина определяется техническими характеристиками радиоизлучающих и радиоприемных средств, когда расстояния между корреспондентами превышает показатели дальности связи на одном, образуемых такими средствами, интервале.

Другая причина обусловлена особенностями распространения радиоволн в сложных физико-географических условиях. Применительно к России к таким относится горная местность (Урал, Алтай, южная часть территории Дальнего Востока) и Арктическая зона Российской Федерации (АЗ РФ).

Особенности решения задач обеспечения функционирования воздушных ретрансляторов и возможные технические решения, обеспечивающие это функционирование требуют их всестороннего изучения и анализа, равно как и направлений применения этих технических средств.

В настоящее время наиболее широкое применение нашли ретрансляторы связи, размещаемые на борту самолетов и вертолетов. Такие ретрансляторы условно могут быть отнесены к ретрансляторам первой группы. Проводится постоянный поиск и разрабатываются носители на других транспортных средствах, к которым относятся летающие платформы, аэростаты (привязные и свободноплавающие) и дирижабли. При этом, если новые конструктивные решения по развертыванию ретрансляторов связи на носителях первой группы предполагают, в основном, решение вопросов электромагнитной совместимости радиопередающих и радиоприемных средств и совершенствование технической основы ретрансляторов с учетом новых достижений в микроэлектронике, то

применение других носителей (условно – второй группы) требует решения многих других задач

Как показывает анализ возможного функционирования ретрансляторов связи на воздушных носителях второй группы, при их применении потребуются решать ряд технических задач, обеспечивающих качественное выполнение задачи ретрансляции. К числу таких задач относятся:

- обеспечение электромагнитной совместимости средств ретрансляции с другими техническими устройствами, функционирующими на борту ретранслятора;
- обеспечение электроснабжения аппаратуры связи и других технических устройств, размещенных на воздушном носителе;
- решение задачи стабилизации направления излучения главного лепестка диаграмм направленности излучателей на корреспондентов, между которыми обеспечивается ретрансляция радиосигналов;
- программное управление излучением элементов фазированной антенной решетки, в случае ее применения на воздушном ретрансляторе;
- организация охраны и обороны наземных элементов привязного носителя ретранслятора;
- организация всестороннего обеспечения личного состава и технических средств наземной части привязного носителя и его замены в случае возникновения такой необходимости.

Рассмотрим более предметно суть перечисленных задач и возможные направления их решения с применением элементов искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект, как известно, в широком смысле представляет собой научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного планирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.

Искусственный интеллект – перспективное научное направление, которое может иметь место для своего проявления практически во всех областях деятельности, включая обороноспособность страны, позволяет решать задачи в автоматизированном режиме, которые ранее мог решать только человек.

Как показано выше, одной из задач, решаемых с применением технических решений, в которых закладываются свойства искусственного интеллекта, является проблема обеспечения электромагнитной совместимости радиотехнического оборудования. Она должна решаться еще на стадии проектирования ретранслятора связи. Это обусловлено рядом причин, которые уже на стадии разработки изделия решать будет намного труднее. Суть решения задачи – исключение влияний радиоизлучающих средств как друг на друга, так и на приемные устройства ретранслятора. Схематично такие влияния представлены на рисунке 1.

Подобное схематичное изображение является чисто условным, так как на ретрансляторе предполагается также размещение и других технических средств, работа которых требует потребления электрической энергии. При их функционировании будет образовываться определенный уровень электромагнитного поля, которое тем или иным образом воздействует на приемные средства связи, ухудшая качество принимаемых сигналов. К настоящему времени разработаны специальные программы и аналитические модели, позволяющие определять степень влияния друг на друга радиоизлучающих средств, размещаемых на одном объекте. Эти программы и модели должны задействоваться при проектировании ретрансляторов. А при их работе на самом ретрансляторе элементы искусственного интеллекта могут выполнять функцию управления работой вспомогательных приборов при выполнении задач ретрансляции. Одной из таких функций, к примеру, может стать включения буфера накопления информационных сообщений на время работы корректирующего устройства ориентации ретранслятора в пространстве.

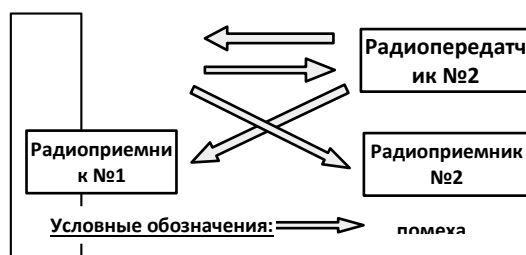


Рисунок 1. Условное отображение электромагнитных воздействий радиоизлучающих средств ретранслятора.

Применение элементов искусственного интеллекта для решения задач электроснабжения аппаратуры ретрансляторов связи может быть особо важным при их развертывании в особых условиях, когда применение солнечных батарей существенно ограничено, или вовсе исключено. Применительно к территории Российской Федерации таким регионом является Арктическая зона, на островах и в море расположены ряд военных и промышленных объектов. В ряде исследований показано, что для обеспечения электроэнергией таких ретрансляторов, особенно на носителях типа дирижабля, целесообразно применять два вида источников: на радиоактивных изотопах и солнечных батареях. Переключение источников питания в таком случае должно осуществлять техническими средствами с элементами искусственного интеллекта.

Одной из важных функций ретранслятора является эффективное применение размещенных на нем приемопередающих антенн. При этом оптимальное направление на корреспондентов может осуществляться ориентацией ретранслятора в пространстве, или применение многонаправленных антенн, конструктивно изготовленных в виде фазированных антенных решеток (ФАР). И в том, и в другом случае управление позиционированием ретранслятора или работой ФАР должно осуществляться аппаратурой с задействованием принципов искусственного интеллекта.

Еще одной функцией такой аппаратуры является решение другой задачи. Её суть заключается в определении рациональной мощности излучения передающих устройств в направлении приемных устройств наземных, надводных или воздушных средств, в направлении которых излучается ретранслируемый сигнал. С применением логических процедур искусственного интеллекта на борту ретранслятора должен осуществляться анализ сигналов от источников, между которыми осуществляется ретрансляция, а по результатам такого анализа уточняться (автоматически регулироваться) уровень сигнала излучения. Этим самым решается вопрос экономии расхода электроэнергии на борту ретранслятора.

При развертывании привязных ретрансляторов связи, как показано выше, одной из задач является организация их охраны и обороны. В этом случае элементы искусственного интеллекта могут задействоваться для анализа работы датчиков движения, размещенных как на борту ретранслятора, так и на наземном пункте его привязки. При несанкционированном проникновении посторонних лиц или технических средств в охраняемую зону система с элементами искусственного интеллекта предупреждает личный состав дежурной смены о таком факте, а в случае необходимости – включать предупреждающие звуковые сигналы.

При решении задач связи в сложных климатических и физико-географических условиях необходимо предусматривать применение ретрансляторов связи на различных носителях. Ряд функций, реализуемых на подобных ретрансляторах, могут выполняться устройствами с элементами искусственного интеллекта. Направления и способы решения задач искусственного интеллекта должны стать предметом всесторонних исследований.

\*\*\*

1. Селезнев Н.В., Вергелис Н.И., Воронцов А.В., Шауров Б.Е., Маргарит О.В. Ретрансляторы на привязных аэростатах. // Заявка на патент 2018116460.2018.05.04.
2. Беспроводные сети на высотных дирижаблях для войны и мира. URL: [https://www.cnews.ru/articles/besprovodnye\\_seti\\_na\\_vysotnyh\\_dirizhablyah](https://www.cnews.ru/articles/besprovodnye_seti_na_vysotnyh_dirizhablyah) 20 марта 2002 г. Дата обращения: 21.09.2023.

**Курбатов Г.Р.****Технические аспекты оптических волокон в системах связи***Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-521

**Аннотация**

Оптические волокна являются ключевым элементом современных систем связи. Они позволяют передавать информацию на большие расстояния с высокой пропускной способностью и минимальными потерями сигнала.

**Ключевые слова:** Оптические волокна, системы связи, пропускная способность, потери сигнала, технические аспекты, экономические аспекты

**Abstract**

Optical fibers are a key element of modern communication systems. They allow you to transmit information over long distances with high bandwidth and minimal signal loss.

**Keywords:** Optical fibers, communication systems, bandwidth, signal loss, technical aspects, economic aspects

С развитием информационных технологий и цифровой эры, требования к сетям связи становятся все более высокими. Оптические волокна предоставляют уникальные возможности для передачи данных на большие расстояния, превосходя традиционные медные кабели и беспроводные системы связи во многих аспектах. Однако, существуют как преимущества, так и недостатки использования оптических волокон, которые следует учитывать при планировании и создании современных сетей связи. Преимущества использования оптических волокон в системах связи:

- + Высокая пропускная способность: Оптические волокна обладают широкой пропускной способностью, что позволяет передавать большое количество данных на большие расстояния без потерь качества сигнала.
- + Минимальные потери сигнала: Оптические волокна характеризуются низкими потерями сигнала при передаче данных, что обеспечивает стабильное и качественное соединение.
- + Безопасность: Оптические волокна не излучают электромагнитные поля, что делает их безопасными для использования рядом с электронными устройствами и во взрывоопасных средах.
- + Дальность передачи: Оптические волокна позволяют передавать данные на значительные расстояния без необходимости использования усилителей сигнала.
- + Малый вес и размер: Волоконно-оптические кабели легче и компактнее традиционных медных кабелей, что упрощает их укладку и эксплуатацию.

Недостатки использования оптических волокон в системах связи:

- Высокая стоимость: Пока что волоконно-оптические системы являются более дорогими в установке и обслуживании по сравнению с медными кабелями.
- Уязвимость к повреждениям: Оптические волокна могут быть повреждены изгибами или механическими воздействиями, что требует дополнительных мер защиты.
- Сложность установки и ремонта: Работы по установке и ремонту оптических волокон требуют специальных навыков и оборудования.
- Зависимость от освещения: Оптические волокна не могут передавать сигналы в условиях полной темноты, что может быть критично для некоторых приложений.

Оптические волокна являются важным элементом современных систем связи, обеспечивая высокую пропускную способность и минимальные потери сигнала. Однако, их использование также сопряжено с определенными недостатками, такими как высокая стоимость и уязвимость к повреждениям. При выборе между оптоволоконными и традиционными коммуникационными технологиями необходимо учитывать технические, экономические и окружающей среды аспекты, чтобы найти оптимальное решение для каждой конкретной задачи связи. Волоконно-оптическая сеть - это информационная сеть, а соединительным элементом между ее узлами является волоконно-оптическая линия связи. В дополнение к проблемам оптоволоконной технологии, технология оптоволоконных сетей также включает в себя проблемы, связанные с электронным передающим оборудованием, его стандартизацией, протоколами передачи, проблемами топологии сети и общими проблемами построения сети.

По сравнению с передачей по медному кабелю, передача информации по оптоволоконному кабелю имеет много преимуществ. Быстрое внедрение оптических линий связи в информационные сети является результатом преимуществ, обусловленных особенностями распространения сигнала по оптическим волокнам. При проектировании и развертывании компьютерных сетей и систем передачи данных необходимо учитывать множество различных факторов. Объем и скорость, необходимые для передачи данных, длина линии, возможные внешние воздействия, затраты - вот основные вопросы, которые требуют от вас принятия правильного решения. При решении этих проблем технология оптического волокна становится все более и более распространенной. Волоконно-оптический кабель, используемый для установки SCS, используется для передачи оптических сигналов внутри зданий и между ними. В подсистемах внутренней магистрали волоконно-оптические кабели также часто используются вместе с кабелями витой пары, в то время как в подсистемах внешней магистрали они играют ведущую роль.

Внешняя прокладка кабелей используется для создания подсистем внешней магистрали и соединения различных зданий друг с другом. Основной областью применения внутренней прокладки кабеля является организация внутренней магистрали здания [1]. Стекловолоконно обеспечивает наилучшую проницаемость. Если требования к параметрам демпфирования и проницаемости не являются критичными, используется более дешевый вариант из пластика.

В зависимости от типа пути, по которому проходит свет в сердцевине волокна, можно различать одномодовое волокно и многомодовое волокно (в первом случае распространяется пучок света, во втором случае - десятки, сотни или даже тысячи).

- Одномодовое оптическое волокно (SM) характеризуется небольшим диаметром сердцевины, и через него может проходить только один луч света;
- Мномодовое оптическое волокно (MM) характеризуется большим диаметром сердцевины, которая может иметь ступенчатый или градиентный профиль.

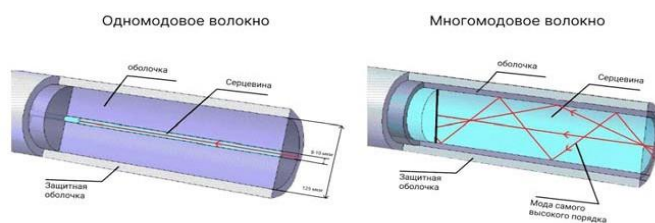


Рисунок 1 – Структура  
Рисунок 1.

В ступенчатом профиле узоры различаются на разных траекториях распространения, поэтому они достигают конца волокна в разное время. В градиентном профиле задержка различных лучей почти полностью исчезает, и лучи проходят плавно из-за изменения скорости, с которой свет распространяется по волнистой спирали. Все современные волоконно-оптические кабели, с помощью которых создаются линии передачи данных, имеют одинаковый

наружный диаметр - 125 микрон. Толщина первичного защитного буферного покрытия составляет 250 мкм. Толщина вторичного буферного покрытия составляет 900 мкм. Для удобства эксплуатации оболочка многоволоконного кабеля окрашена в разные цвета (каждый провод)

По сравнению с электронными системами, использующими средства передачи на основе металлов, волоконно-оптическая связь имеет много преимуществ.

- Широкополосный доступ благодаря высокой несущей частоте ( $F=1014$  Гц).
- Низкое затухание сигналов оптического волокна. Полученное оптическое волокно имеет затухание порядка 0,2-0,3 дБ при длине волны 1,55 мкм на 1 километр. Это позволяет строить участки линии протяженностью более 100 километров без ретранслятора;
- Низкий уровень шума ВОС позволяет увеличить полосу пропускания за счет различных методов модуляции сигнала;
- Высокий иммунитет. Поскольку волокно изготовлено из диэлектрического материала, оно не подвержено электромагнитным помехам от окружающей медной кабельной системы и электрооборудования, способного вызывать электромагнитное излучение;
- Высокий уровень безопасности для предотвращения несанкционированного доступа. Без нарушения целостности кабеля перехват информации, передаваемой по волоконно-оптической линии связи, фактически невозможен;
- Электробезопасность. Поскольку искра отсутствует, оптическое волокно повышает взрыво- и пожаробезопасность сети, что особенно важно в химической промышленности, на нефтеперерабатывающих заводах и в процессе обслуживания технологий с высоким уровнем риска.
- Длительный срок службы. В настоящее время срок службы вока составляет около 25 лет. В течение этого периода времени стандарты нескольких поколений приемных и передающих систем могут измениться;

\*\*\*

1. Чумаченко Е.Н. Оптические системы передачи информации. - Москва: Радио и связь, 2005.
2. Пугачев В.В., Субботин А.С., Корябкин В.А. Оптические волоконные системы связи. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010.

**Кусайкин Д.В.<sup>1</sup>, Денисов Д.В.<sup>1,2</sup>, Каменсков А.Е.<sup>1</sup>**

**Прогнозирование параметров линзы Люнеберга нейросетевым методом**

<sup>1</sup>Уральский технический институт связи и информатики

<sup>2</sup>Уральский Федеральный Университет

(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-522

#### **Аннотация**

Линзовые антенны с градиентным распределением показателя преломления в настоящее время нашли применение в радиолокационных системах, спутниковых системах связи, но также являются весьма перспективными для сетей мобильной связи пятого поколения в диапазоне миллиметровых волн. В работе приведены результаты исследования эффективности прогнозирования параметров линзовой антенны Люнеберга с помощью искусственной нейронной сети по заданной диаграмме рассеяния.

**Ключевые слова:** Искусственная нейронная сеть, линзовая антенна, прогнозирование характеристик, многолучевая антенна, диаграмма направленности.

**Abstract**

Lens antennas with a gradient distribution of the refractive index are currently used in radar systems, satellite communication systems, but are also very promising for fifth-generation mobile communication networks in the millimeter wave range. The paper presents the results of a study of the effectiveness of predicting the parameters of a Luneberg lens antenna using an artificial neural network for a given lens characteristic.

**Keywords:** Artificial neural network, lens antenna, prediction of characteristics, multipath antenna, radiation pattern.

В сети мобильной связи пользователь может быстро менять свое положение в пространстве и при реализации технологии адаптивного формирования луча (beamforming) антенная система должна быть способна изменять направление луча в направлении перемещающегося абонента. Исходя из этого, для таких радиосистем связи крайне важны направленные антенны с высоким коэффициентом усиления и способные реализовывать адаптивное формирование луча (реконфигурируемые антенны). Разработка таких антенн возможна на базе фазированных антенных решеток и на основе многолучевых линзовых антенн. Исследователями отмечается ряд преимуществ построения систем ММО для сетей 5G на основе линзовых антенн [1], поэтому их разработка является актуальной задачей. Одной из самых распространенных линзовых антенн является линза Лунеберга и на сегодняшний день созданию ее различных конструкций для сетей 5G посвящено уже множество исследований [2].

Для градиентной сферической линзы Лунеберга, изготовленной из диэлектрического материала и способной преобразовывать сферический фронт волны в плоский, распределение показателя преломления определяется как

$$n(r)^2 = \varepsilon_r(r) = 2 - \left(\frac{r}{R}\right)^2, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_r$  – относительная диэлектрическая проницаемость,  $R$  – радиус линзы,  $r$  – радиальная координата в сферической системе.

Традиционные способы изготовления линзы Лунеберга [3,4] требуют больших временных и трудовых затрат, обременены ручным трудом с проблемами контроля допусков всех параметров для точного удовлетворения (1). С развитием технологии 3D-печати процесс изготовления линзы Лунеберга можно сделать более дешевым и технологичным. В то время как с помощью технологии 3D-печати процесс изготовления линзы Лунеберга можно сделать автоматизированным, расчет характеристик линзы все еще требует трудозатрат специалистов. В связи с ростом популярности применения данного вида антенн в системах радиолокации и системах радиосвязи миллиметровых длин волн автоматизация процесса расчета характеристик антенны с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС) является важной задачей.

Здесь возникает вопрос насколько эффективно применение ИНС для синтеза линзы по заданной характеристике, например диаграмме направленности. В зависимости от вида характеристики требуется определить требуемое количество слоев линзовой антенны, значения диэлектрической проницаемости каждого слоя, а также радиусы слоев.

Для исследования этого вопроса для возможности обучения ИНС был сгенерирован набор данных с помощью программного обеспечения Ansys HFSS. Набор состоял из 969 реализаций модели пятислойной линзовой антенны Лунеберга с различными значениями диэлектрической проницаемости  $\xi_i$  слоев и их радиусов  $r_i$ . Для каждой реализации модели линзы на основе электродинамического моделирования была рассчитана диаграмма направленности  $E(\theta, \varphi)$ . Таким образом, каждая реализация модели линзы в наборе данных для обучения ИНС включала в себя 10 входных параметров:  $r_1, r_2, \dots, r_5$  – радиусы слоев



линзовой антенны и  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_5$  – значения диэлектрической проницаемости каждого слоя линзовой антенны.

В рассматриваемой задаче вычисленные с помощью моделирования дискретные значения  $E(\theta, \varphi)$  являлись входными данными ИНС, а значения радиусов и диэлектрических проницаемостей слоев являлись выходными данными ИНС.

В качестве функции потерь ИНС использовалась среднеквадратичная ошибка

$$MSE = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K (y_j - \tilde{y}_j)^2, \quad (1)$$

где  $K$  – количество значений тестовой выборки,  $y_j$  – значения тестовой выборки,  $\tilde{y}_j$  – значения, спрогнозированные ИНС.

Основные параметры разработанной ИНС приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры ИНС.

Параметр	Значение
Функция активации	ReLU
Функция потерь	MSE
Оптимизатор	Adam
Число слоев	7
Число нейронов в слоях	722 (2000, 2000, 100, 512, 128), 10

Структура нейронной сети изображена на рисунке 2.

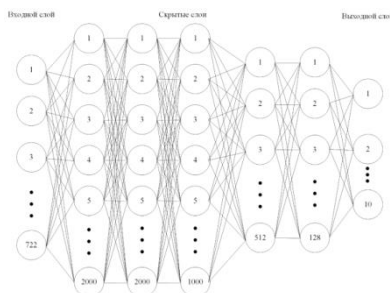


Рисунок 2. Модель ИНС для прогнозирования параметров линзовой антенны Люнеберга.

Нейронная сеть состоит из 7 слоев. Первый слой является входным и содержит 722 искусственных нейрона. На входные нейроны подаются значения диаграммы направленности антенны. Второй по шестой слои являются скрытыми. Седьмой слой является выходным, в нем 10 искусственных нейронов выдают предсказанные значения параметров линзовой антенны. По результатам обучения нейронная сеть при использовании 200 эпох имеет точность 99% и потери 0.9%. На рисунке 3 показан график зависимости точности ИНС от количества эпох обучения.



Рисунок 3. График зависимости точности ИНС от количества эпох обучения.

Стоит заметить, нейронная сеть очень быстро начала повышать свою точность после начала обучения. Под конец обучения происходит затухание градиента. Таким образом, модель многослойного персептрона позволяет определить нелинейную взаимосвязь между значениями диэлектрической проницаемости, радиусов линзы Люнеберга и значениями диаграммы рассеяния. ИНС выдает финальную точность 100%, что позволяет использовать данную модель для прогнозирования характеристик линзовой антенны.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 071–03-2023-001.

\*\*\*

1. Xiao Z., Zhao J., Liu T. On the energy efficiency of Massive MIMO systems with low-resolution ADCs and lattice reduction aided detectors // *Symmetry* 2020, vol. 12, no. 3, 2020.
2. Wang Y., Zhang X., Su R. 3D Printed Antennas for 5G Communication: Current Progress and Future Challenges // *Chinese Journal of Mechanical Engineering: Additive Manufacturing Frontiers*, vol. 2, no. 1, 2023. P. 1-18.
3. Wu X., Laurin J. Fan-beam millimeter-wave antenna design based on the cylindrical luneberg lens // *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 55, no. 8, 2007. P. 2147-2156.
4. Xue L., Fusco V. F. 24 GHz automotive radar planar Luneburg lens // *IET Microw. Antennas Propag.*, vol. 1, no. 3, 2007. P. 624-628.
5. Кусайкин Д.В., Каменсков А.Е. Анализ подходов проектирования антенн с помощью нейронных сетей // *Информационные технологии и когнитивная электросвязь, Екатеринбург, 2022. С. 164-168.*

**Сарафанников В.С., Вахненко А.И, Вахненко И.В., Чеботарь И. Т.  
Применение квантовых технологий для безопасной передачи информации**

*Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2023-523

**Аннотация**

Современное общество все более зависит от передачи информации через цифровые сети, и обеспечение ее безопасности становится критически важной задачей. Квантовые технологии представляют собой новый этап в области криптографии и безопасности информации, позволяя достичь уровней защиты, недоступных классическим методам. В этой статье мы рассмотрим, как применение квантовых технологий может обеспечить безопасную передачу информации.

**Ключевые слова:** квантовая телепортация, квантовая криптография, кибербезопасность, распределение квантовых ключей, квантовые точки, кубит.

**Abstract**

Modern society is increasingly dependent on the transmission of information through digital networks, and ensuring its security has become a critical task. Quantum technologies represent a new stage in the field of cryptography and information security, allowing us to achieve a level of protection inaccessible to classical methods. In this article we will look at how the use of quantum technologies can ensure secure information transfer.

**Keywords:** quantum teleportation, quantum cryptography, cybersecurity, quantum key distribution, quantum dots, qubit.

Сегодня в информационной области общества существует большое и постоянно увеличивающееся количество информационных ресурсов, которые требуют надежных методов защиты от несанкционированного доступа.

Поэтому актуальной и востребованной стала тема применения квантовых технологий при обеспечении информационной безопасности и защиты конфиденциальной информации, передаваемой по каналам связи.

В настоящее время квантовые технологии представляют собой новый этап в области криптографии и безопасности информации и включают следующие направления применения и развития:

Квантовая телепортация — передача квантового состояния на расстояние при помощи разъемленной в пространстве запутанной пары и классического канала связи, при которой состояние разрушается в точке отправления при проведении измерения и воссоздается в точке приема.

Это телепортирование не физических объектов, не энергии, а состояния. Состояния передаются таким образом, каким в классическом представлении это сделать невозможно. Квантовая телепортация позволяет передать состояние одной частицы на другую без фактической передачи самой частицы. Она используется для того, чтобы передать, перенести некое состояние, обладая минимальной информацией о нем, как бы не заглядывая в него, не измеряя и тем самым не нарушая. Этот процесс также может использоваться для создания безопасных связей между удаленными узлами, так как любая попытка перехвата будет замечена. Одна из главных сфер применения квантовой телепортации — это так называемая квантовая криптография.

Квантовая криптография — метод защиты коммуникаций, основанный на принципах квантовой физики. В традиционной криптографии используются математические методы для обеспечения секретности информации. В отличие от нее квантовая криптография основывается на физике, когда рассматриваются процессы переноса информации с помощью объектов квантовой механики. Процесс отправки и приема информации выполняется физическими средствами, при помощи фотонов в линиях волоконно-оптической связи, естественной среде или в вакууме. Квантовая криптография основывается на неопределенности поведения квантовой системы, которая выражена в принципе неопределенности открытым Вернером Гейзенбергом в 1927 году — невозможно одновременно получить координаты и импульс частицы, невозможно измерить один параметр фотона, не исказив другой. То есть любая попытка измерения взаимосвязанных параметров в квантовой системе вносит в нее изменения, разрушая исходные сигналы. Подслушивание может быть обнаружено как изменение определенных параметров физических объектов, в данном случае, переносчиков информации. Технология квантовой криптографии опирается на свойствах квантовых систем:

- невозможность произвести измерение квантовой системы, не нарушив ее;
- невозможность определить одновременно координату и состояние частицы со сколь угодно высокой точностью;
- невозможность одновременно проверить поляризацию фотона в вертикально-горизонтальном и в диагональных направлениях;
- невозможность дублировать квантовое состояние, пока оно не измерено.

Квантовая криптография использует принципы квантовой механики для обеспечения абсолютной безопасности передаваемой информации. Одним из наиболее известных примеров — квантовая криптография на основе квантового ключа. Этот метод позволяет двум сторонам обмениваться ключами с гарантированной защитой от перехвата, так как любая попытка наблюдения нарушит квантовые состояния. В настоящее время для реализации квантового канала в схеме квантовой криптографии используется оптическое волокно.

Особенность квантовой информации, заключающаяся в том, что нельзя произвести измерение не изменив состояние системы, лежит в основе создания каналов квантовой связи, передающих классическую информацию без риска ее неконтролируемого перехвата.

Распределение квантовых ключей — метод передачи ключа, который использует квантовые явления для гарантии безопасной связи.

Метод позволяет двум сторонам, соединенных по открытому каналу связи, создать общий случайный ключ для использования его при шифровании и дешифровании сообщений, который будет известен только им. Важным и уникальным свойством квантового распределения ключей является возможность обнаружить присутствие третьей стороны, пытающейся получить информацию о ключе. Сети квантовой связи могут распределять квантовые ключи между сторонами, обеспечивая безопасную передачу данных. Это устраняет уязвимости, связанные с классической криптографией, такие как факторизация больших чисел.

Использование квантовых точек и кубитов.

Квантовые точки могут использоваться для создания квантовых систем связи. Они предоставляют более надежные методы передачи и обработки информации, которые сложно подвергнуть атакам. Кубит (или квантовый бит) это основная единица информации в квантовых вычислениях. Классический двоичный бит может представлять одно двоичное значение, 0 или 1, то есть бит может находиться только в одном из двух возможных состояний. Кубит же может представлять 0, 1 или любую долю от 0 до 1 в суперпозиции обоих состояний с определенной вероятностью того, что он равен 0 или с определенной вероятностью того, что он равен 1.

Защита от атаки с помощью квантовых вычислений.

Квантовые компьютеры также могут использоваться для создания более сложных алгоритмов шифрования, которые устойчивы к атакам классических вычислительных систем.

Применение квантовых технологий для передачи информации представляет собой перспективное направление в области кибербезопасности. Эти технологии обещают обеспечить высший уровень безопасности и защиты от угроз, связанных с перехватом данных. Однако они все еще находятся на стадии разработки и требуют дополнительных исследований и внедрения в практику для максимальной эффективности.

\*\*\*

1. Бобров И.Б. и др. Квантовая обработка информации: фундаментальные и прикладные аспекты // Вооружение и экономика. -2020 – №2 (52)
2. Безопасность информации: применение квантовых технологий. А.У. Актаева, О.А. Баймуратов, Н.Г. Галиева, А.С. Байкенов, International Journal of Open Information Technologies ISSN:2307-8162 vol.4 no.4, 2016









**LJournal**

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
№103, Ноябрь 2023**

Часть 8

Подписано в печать 25.11.2023. Тираж 400 экз.  
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.14,27  
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович