

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

№108, Апрель 2024  
(Часть 10)



Самара, 2024

T33

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №108, Апрель 2024 (Часть 10) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2024 - 184 с.**

**doi:** 10.18411/trnio-04-2024-p10

**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

**Чернопятов 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

**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 XXIII ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	7
<b>Абдрашитова Р.С.</b> Обеспечение безопасности и спасение жизней: роль аварийно-спасательных средств .....	7
<b>Антипова Р.Р.</b> Оптимизация контроля эффективности охлаждения газа.....	9
<b>Атаев К.И., Шкурков Н.Н., Герасимова А.И.</b> Проблемы выявления нелегальных автомобильных пассажирских перевозчиков и способы борьбы с ними с использованием ИТС .....	12
<b>Вершинина А.А.</b> Применение насосных станций в промышленности .....	14
<b>Власова А.А.</b> Оптимизация нефтедобычи посредством многофункционального оборудования.....	17
<b>Власова Я.Л.</b> Исследование методов проектирования оптических схем телескопов.....	20
<b>Галимова К.Р.</b> Роботизированные решения для экстренных ситуаций.....	24
<b>Галимова К.Р.</b> Экологическая безопасность в эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники.....	27
<b>Дежуров А.В., Бельц А.Ф.</b> Современные методы определения прочности материалов в строительстве .....	29
<b>Дейс В.И.</b> Автоматизация и качество: Роль CASE-технологий.....	34
<b>Дейс В.И.</b> Оптимизация безопасности: SIEM.....	36
<b>Дюдюкина С.А.</b> Оптимизация сгорания сжатого природного газа за счет применения водородных добавок .....	39
<b>Дятлов Н.А.</b> Перспективы использования ППМ для пневмотранспорта.....	41
<b>Ильмендеев В.И.</b> Бурение скважин: двухкамерная инновация .....	43
<b>Ковалев О.С.</b> LTE-сети Основы и безопасность .....	46
<b>Ковалев О.С.</b> Аспекты информационной безопасности.....	48
<b>Ковалев О.С.</b> Информационная безопасность в мире Java .....	51
<b>Кузьмин А.В.</b> Автоматизации процессов в агропромышленном комплексе.....	53
<b>Кузьмин А.В.</b> Автоматизация в сельском хозяйстве: преимущества и перспективы развития .....	55
<b>Кузьмин А.В.</b> Повышение эффективности мониторинга экологической безопасности сельскохозяйственного производства .....	57
<b>Кучерявая Д.Д.</b> Автоматизация и безопасность в системах водоснабжения домов .....	61
<b>Ларин В.А.</b> Цифровое строительство: Роль технологии Building Information Modeling .....	64
<b>Малышкин Н.Г., Малахов М.А.</b> Актуальность применения на предприятиях автоматизированной системы управления принятия управленческих решений в области проектного управления.....	67
<b>Маслов Д.П.</b> Применение лазерных технологий в космической индустрии.....	69
<b>Масманиди А.И.</b> Совершенствование перевозок массовых видов грузов .....	72
<b>Мастикова А.Д.</b> Исследование возможностей техногенных ресурсов .....	75

<b>Мастикова А.Д.</b> Управление сейсмическим риском: методы и практики в техносферной безопасности.....	78
<b>Мастикова А.Д.</b> Чрезвычайные ситуации и техносферная безопасность.....	80
<b>Матвеев Ю.А., Богданов А.Ю., Мищенко П.А., Лобачева Т.П.</b> Применение линий оптоволоконных кабелей для обнаружения утечки нефти и нефтепродуктов из трубопровода .....	83
<b>Мичурова Н.Н., Мичуров Н.С., Мирошин Д.Г.</b> Опыт проектирования гибкой автоматизированной ячейки с оборудованием российского производства .....	87
<b>Морозова С.С.</b> Медные трубопроводы: Решение для систем отопления и внутреннего газоснабжения .....	89
<b>Назарова Д.И.</b> Легкие газовые решения: перспективы композитных баллонов для потребителей .....	91
<b>Нарушев Е.В.</b> Подходы в обновлении газопроводной инфраструктуры .....	94
<b>Панина К.Д., Коваленко К.К., Туманова М.И.</b> Создание концепт-продукта для защиты рук от бактериального воздействия .....	97
<b>Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Сергеев И.С.</b> Особенности электронагрева ТВЧ в магнитном поле .....	100
<b>Рахимова Х.О., Туйчиева Д.Х.</b> Инновации в проектировании детской одежды .....	103
<b>Рахимова Х.О., Шухратзода Г.</b> Разработка эффективных схем натяжителей нитей в швейных машинах .....	108
<b>Сатыбалдыев А.Б., Аттокуров А.К., Игамбердиева Ж.А.</b> Роль термодинамики в современном инженерном проектировании .....	111
<b>Селезнёва Е.С.</b> Приток жидкости в горизонтальные скважины: технологические решения и вызовы .....	119
<b>Соколов Н.С.</b> Возможности одной из геотехнических технологий .....	121
<b>Соколов Н.С.</b> Возможности свай ЭРТ для освоения подземного пространства.....	125
<b>Соколов Н.С.</b> Обеспечение надежной эксплуатации объекта .....	131
<b>Соколов Н.С.</b> Различные случаи использования геотехнической технологии ЭРТ .....	139
<b>Соколов Н.С.</b> Технология усиления основания при реконструкции объекта .....	146
<b>Суфиянов Р.Ш.</b> Беспилотные автомобили в России.....	153
<b>Суфиянов Р.Ш.</b> Повышение качества металла для отечественного автопрома .....	156
<b>Фурсов В.П.</b> Автоматизация вентиляции: решения для промышленных предприятий .....	159
<b>Фурсов В.П.</b> Система кондиционирования: преимущества испарительного охлаждения ...	161
<b>Хакимова А.И.</b> Оптимизация оборотного водоснабжения с помощью интеллектуальных датчиков .....	163
<b>Холуденева А.О., Сенина С.Э., Шаповалов Д.И.</b> Использование основных характеристик наблюдения для повышения показателей качества продукции и степени удовлетворенности потребителей .....	166
<b>Шелехов И.Ю., Чеботарева О.С., Швецов М.Д.</b> Опыт применения нового типа датчиков для систем отопления .....	168
<b>Шляк И.Т.</b> Оптимизация работы пластинчатых теплообменников .....	171
<b>Шляк И.Т.</b> Пластинчатые теплообменники: роль и виды .....	174
<b>Юрцев А.Н.</b> Перспективы внедрения технологии биометрической идентификации.....	176

## РАЗДЕЛ XXIII ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абрашитова Р.С.

**Обеспечение безопасности и спасение жизней: роль аварийно-спасательных средств**

*Самарский государственный технический университет*

*(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-523

### Аннотация

Статья рассматривает роль и значимость аварийно-спасательных средств в обеспечении безопасности и спасения жизней. Описывается развитие инфраструктуры спасательных служб и современных технологий, применяемых в чрезвычайных ситуациях. Обсуждаются примеры применения аварийно-спасательных средств в различных областях, таких как аварии на транспорте, стихийные бедствия, медицинские экстренные случаи и поиск и спасение в горах и открытых пространствах.

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные средства, безопасность, спасение жизней, Россия, чрезвычайные ситуации, развитие инфраструктуры, технологии

### Abstract

The article examines the role and importance of emergency rescue equipment in ensuring safety and saving lives. The development of the infrastructure of rescue services and modern technologies used in emergency situations is described. Examples of the use of emergency rescue equipment in various fields such as transport accidents, natural disasters, medical emergencies and search and rescue in mountains and open spaces are discussed.

**Keywords:** emergency rescue equipment, safety, saving lives, Russia, emergencies, infrastructure development, technology

Россия всегда уделяла значительное внимание разработке и производству аварийно-спасательных средств. С начала 2000-х годов в России произошло значительное обновление парка аварийно-спасательных средств. Многие регионы получили новые медицинские вертолеты, которые активно применяются для быстрого доставления пострадавших из удаленных и труднодоступных районов. На береговых и морских службах спасения также были внедрены современные средства, включая высокоскоростные катера и вертолеты для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации на воде.

Аварийно-спасательные средства применяются в самых различных ситуациях, требующих оперативного реагирования и спасения людей. Вот лишь несколько примеров их применения:

1. В случае авиационных, морских или автомобильных аварий средства спасения используются для эвакуации пострадавших, оказания медицинской помощи на месте происшествия и транспортировки пострадавших в медицинские учреждения.
2. В случае землетрясений, наводнений, лесных пожаров и других стихийных бедствий, аварийно-спасательные средства используются для эвакуации людей из опасных зон, поиска и спасения пострадавших, а также доставки гуманитарной помощи.
3. В случае острых заболеваний, травм и других медицинских чрезвычайных ситуаций, медицинские вертолеты и специализированные спасательные бригады используются для доставки квалифицированной медицинской помощи на место происшествия и транспортировки пострадавших в медицинские учреждения.

4. В горах и удаленных районах аварийно-спасательные средства, такие как вертолеты и специализированные горные спасательные группы, используются для поиска и спасения туристов, альпинистов и других людей, заблудившихся или пострадавших в труднодоступных местах.

Изучение мирового и отечественного опыта в области борьбы с чрезвычайными ситуациями (ЧС) подчеркивает важность направленности усилий на предотвращение ЧС, сокращение их последствий и ликвидацию там, где предупреждение оказывается невозможным. При этом акцент делается на мерах, направленных на повышение устойчивости функционирования предприятий и инфраструктуры в условиях ЧС, что в конечном итоге приводит к значительному сокращению человеческих жертв и материальных убытков. Однако, стоит отметить, что ряд ЧС, особенно тех, вызванных природными явлениями, такими как землетрясения, ураганы, сели, цунами и другие, часто бывает невозможно предотвратить. Более того, длительное время отсутствия обновления основных производственных средств может увеличить вероятность возникновения техногенных катастроф.

Ключевыми показателями успешности аварийно-спасательных и других неотложных работ (АС и НТ) являются процент спасенных людей в зоне ЧС и вероятность ее локализации в кратчайшие сроки. Для достижения высоких результатов в проведении АС и НТ система технического оснащения должна быть способной выполнять весь комплекс задач в минимально возможное время.

НТ, проводимые при ликвидации ЧС, включают в себя широкий спектр мероприятий, охватывающие обеспечение аварийно-спасательных операций, предоставление помощи населению, пострадавшему в ЧС, а также предоставление медицинской и другой неотложной помощи, создание минимальных условий для сохранения жизни и здоровья людей и поддержания их работоспособности.

Следует подчеркнуть, что успешное проведение поисково-спасательных работ (ПСР) в условиях ЧС зависит от эффективного управления. Управление в данном контексте включает в себя организацию, координацию, руководство и проведение ПСР. Основная цель управления ПСР заключается в создании условий для эффективной работы сил и средств, направленной на проведение всего комплекса ПСР в кратчайшие сроки и с минимальными затратами и потерями. В рамках управления ПСР выделяются следующие задачи:

- Сбор информации, ее анализ и обработка, оценка реальной обстановки, принятие решений и разработка графика работ.
- Постоянный мониторинг ситуации и разработка прогноза для возможных сценариев развития ЧС.
- Оценка реальных условий и определение оптимальных вариантов проведения ПСР, внесение изменений в план работ при необходимости.
- Определение степени опасности и установление границ опасных зон.
- Расчет сил и средств для проведения ПСР.
- Координация действий всех участников ПСР и обеспечение их взаимодействия.
- Анализ результатов работы и корректировка планов.
- Контроль за выполнением задач и организация завершающего этапа ПСР.

Завалы, вызванные разрушением зданий, могут быть классифицированы по степени разрушения на пять видов:

1. Легкое повреждение: В этом случае на стенах зданий появляются тонкие трещины, штукатурка начинает обсыпаться, откалываются небольшие куски, и стекла в окнах могут быть повреждены.
2. Слабое разрушение: Включает в себя небольшие трещины в стенах, откалывание довольно крупных кусков штукатурки, появление трещин в дымовых трубах, частичное разрушение кровли, и полное разбивание стекол в окнах.

3. Среднее разрушение: В этом случае наблюдаются большие трещины в стенах зданий, обрушение дымовых труб и частичное падение кровли.
4. Сильное разрушение: Включает в себя обрушение внутренних перегородок и стен, проломы в стенах, обрушение частей зданий, разрушение связей между частями зданий и обрушение кровли.
5. Полное разрушение: В этом случае происходит полное разрушение здания, практически до его основания.

Завалы условно делятся на два основных типа: железобетонные и кирпичные.

- Железобетонные завалы включают в себя обломки железобетонных, бетонных, металлических и деревянных конструкций, а также обломки кирпичной кладки и элементы технологического оборудования. Они характеризуются большим количеством крупных элементов, которые часто соединены между собой, а также наличием пустот и неустойчивых элементов.
- Кирпичные завалы состоят из кирпичных глыб, битого кирпича, штукатурки и обломков железобетонных, металлических и деревянных конструкций. Эти завалы характеризуются большой плотностью, отсутствием крупных элементов и наличием пустот.

Образование завалов часто сопровождается повреждением электрических, тепловых, газовых, сантехнических и других систем. Это может создать угрозу возникновения пожаров, взрывов, затоплений и поражений электрическим током. Особенно опасны завалы в промышленных строениях, где производятся или хранятся опасные вещества.

Аварийно-спасательные средства играют ключевую роль в обеспечении безопасности и спасения жизней в России. С постоянным развитием технологий и совершенствованием инфраструктуры, страна продолжает улучшать систему предотвращения и реагирования на чрезвычайные ситуации. Развитие и совершенствование аварийно-спасательных средств остается одним из приоритетов государственной политики, направленной на обеспечение безопасности и защиту жизни и здоровья граждан.

\*\*\*

1. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда в 2 т. Т.1: Учебник для академического бакалавриата / Г.И. Беляков. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 404 с.
2. Егоров, А.Ф. Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических и нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая. — М.: КолосС, 2018. — 526 с.
3. Ястребов, Г.С. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф: Учебное пособие / Г.С. Ястребов. - Рн/Д: Феникс, 2019. - 576 с.

**Антипова Р.Р.**

**Оптимизация контроля эффективности охлаждения газа**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-524*

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает важность контроля эффективности охлаждения установок и аппаратов воздушного охлаждения газа в промышленных процессах. В статье представлены различные критерии контроля, а также обсуждаются методы интеграции дополнительных датчиков и систем контроля.

**Ключевые слова:** охлаждение газа, эффективность, установки воздушного охлаждения, критерии, технические установки, контроль.

### Abstract

This article examines the importance of monitoring the cooling efficiency of gas air cooling units and devices in industrial processes. The article presents various control criteria, as well as discusses methods for integrating additional sensors and control systems.

**Keywords:** gas cooling, efficiency, air cooling units, criteria, technical installations, control.

Эффективное охлаждение способно обеспечить стабильную работу технических установок и аппаратов. При этом важно не только обеспечить достаточное охлаждение газа, но и эффективно контролировать процесс, чтобы предотвратить потенциальные проблемы и оптимизировать работу системы.

Адаптивные системы контроля позволяют автоматически регулировать процессы охлаждения в зависимости от изменяющихся условий, позволяя оптимизировать энергопотребление и поддерживать необходимые температурные. Использование таких систем снижает вероятность ошибок и повышает общую эффективность системы охлаждения.

Одним из ключевых аспектов оптимизации контроля эффективности охлаждения газа является также разработка и внедрение систем контроля состояния оборудования, позволяя оперативно выявлять потенциальные проблемы и неисправности, а также предупреждать о возможных отказах.

Выбор критерия для оценки и контроля эффективности охлаждения установок и аппаратов воздушного охлаждения газа является крайне важным этапом в обеспечении безопасной и эффективной работы оборудования.

Прежде чем выбирать такой критерий необходимо тщательно изучить особенности процесса охлаждения и потребности конкретного производства, включая в себя анализ типа газа, скорости его потока, температурных условий, окружающей среды и других факторов, которые могут повлиять на эффективность охлаждения.

Также необходимо определить цели охлаждения, например, предотвращение перегрева оборудования, обеспечение стабильности производственного процесса, сокращение расходов на энергию и т.д.

Существует несколько возможных критериев для оценки эффективности охлаждения газа:

- Температура - повышение температуры может указывать на неэффективность системы охлаждения или наличие проблем в процессе;
- Давление - изменения в давлении газа также могут свидетельствовать о проблемах с охлаждением. Например, снижение давления может указывать на перегрев оборудования или наличие утечек;
- Скорость потока - изменения свидетельствуют о проблемах с циркуляцией или ограничениями в системе охлаждения;
- Уровень влажности - высокий уровень влажности может привести к конденсации в системе и уменьшению ее производительности.

Эффективность охлаждения также зависит от ряда технологических параметров, включая количество вентиляторов, мощность вентиляторов, угол установки лопастей и другие. Каждый тип аппарата имеет свои особенности конструкции и параметров, влияющих на его эффективность.

В процессе длительной работы установок воздушного охлаждения газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов наблюдается ухудшение их эффективности, что влечет за собой снижение показателей работы компрессорного цеха. Важной задачей для поддержания аппаратов воздушного охлаждения газа в эффективном состоянии является своевременная оценка их рабочих характеристик. Испытания установок при приемке в работу и в процессе эксплуатации представляют один из способов оценки их состояния.

Для обеспечения качества поставляемого и модернизируемого технологического оборудования для компрессорных станций разработан стандарт «Контроль качества

оборудования при поставке и эксплуатации». Согласно этому стандарту, при теплотехнических испытаниях установок охлаждения газа определяются параметры, такие как:

- степень охлаждения;
- потери давления газа;
- потребляемая мощность.

Все аппараты должны соответствовать техническим условиям и требованиям. Также аппараты должны быть одного типа или модификации, а параметры климата и технологические условия работы должны быть постоянными.

Выбор оптимального критерия для мониторинга эффективности охлаждения является важным шагом в обеспечении надежной работы технических систем. Использование номограмм и сравнение характеристик аппаратов воздушного охлаждения газа предоставляют способы оценки их работы. Но учитывая разнообразие режимов работы и условия эксплуатации, оценка эффективности становится сложным процессом. Для более точных результатов необходимо адаптировать методы оценки под конкретные условия работы установок.

При анализе эффективности охлаждения аппаратов воздушного охлаждения газа (АВОГ) возможно использование степени охлаждения как универсальный параметр, позволяя более удобно оценивать эффективность работы АВОГ в различных условиях. Построение линий степеней охлаждения на номограммах аппаратов упрощает процесс оценки. При использовании степени охлаждения для анализа работы АВОГ не требуется создание отдельных номограмм для каждого случая эксплуатации. Этот подход позволяет быстро оценить эффективность работы АВОГ путем сравнения эксплуатационных и теоретических значений параметра. Такой метод анализа работает как для однотипных, так и для различных аппаратов воздушного охлаждения. Использование степени охлаждения как универсального параметра для оценки эффективности работы аппаратов воздушного охлаждения газа представляет удобный и информативный метод, позволяющий сравнивать работы различных аппаратов, учитывая разнообразие условий эксплуатации. Комбинация технологических параметров и конструктивных особенностей оказывает значительное влияние на эффективность охлаждения.

Работу АВОГ газотранспортного предприятия можно разделить на три режима: минимальную, среднюю и максимальную эффективность работы. Такие режимы характеризуют уровень эффективности охлаждения в зависимости от условий эксплуатации. Обнаружено, что с увеличением расхода газа через АВОГ происходит снижение степени охлаждения. Это объясняется тем, что для обеспечения максимальной эффективности охлаждения необходимо полное включение вентиляторов. Однако в реальной эксплуатации частичное отключение вентиляторов может быть достаточным для поддержания температуры на выходе из оборудования.

Развитие новых материалов для теплоизоляции систем охлаждения газа способно значительно снизить потери тепла и улучшить эффективность теплообмена. Использование усовершенствованных изоляционных материалов поможет уменьшить энергопотребление и повысить эффективность системы.

Выбор критерия для мониторинга эффективности охлаждения установок и аппаратов воздушного охлаждения газа должен основываться на понимании потребностей процесса, определении целей мониторинга и технических возможностях оборудования. Эффективный мониторинг поможет предотвратить проблемы с охлаждением, обеспечить стабильность производственного процесса и сэкономить ресурсы предприятия.

\*\*\*

1. Абрашин А.А., Гординский Е.И., Давлетшин Х.Г., Мордвинов В.А., Шарипов А.Х., Обрывы насосных штанг и пути их уменьшения. «Нефтепромысловое дело», 1970, № 12, с. 23-25.
2. Бабаев С.Г., Основы теории надежности нефтепромыслового оборудования. М.: «Недра», 1987. 452 с.

3. Муравьев И. М., Андриасов Р. С., Гиматулинов Ш. К., Полозков В. Т. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1970. – 445 с.

**Атаев К.И., Шкурков Н.Н., Герасимова А.И.**

**Проблемы выявления нелегальных автомобильных пассажирских перевозчиков и способы борьбы с ними с использованием ИТС**

*Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ)  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-525

**Аннотация**

В статье рассматриваются проблемы борьбы с нелегальными перевозчиками в сфере автобусных перевозках. Проанализирована работа Единой Федеральной системы мониторинга и контроля пассажирских перевозок, даны предложения по ее дальнейшему внедрению на примере Тверской области, где активно внедряются интеллектуальные системы на общественном транспорте.

**Ключевые слова:** автобусные пассажирские перевозки, интеллектуальные транспортные средства, безопасность дорожного движения.

**Abstract**

The article discusses the problems of combating illegal carriers in the field of bus transportation. The work of the Unified Federal System for Monitoring and Control of Passenger Transportation is analyzed, and proposals are given for its further implementation using the example of the Tver Region, where intelligent systems are being actively implemented in public transport.

**Keywords:** bus passenger transportation, intelligent vehicles, road safety.

Перевозка пассажиров автомобильным транспортом занимает первое место среди других видов транспорта. По данным Росстата за 2022 год всеми видами транспорта было перевезено 14 290,9 млн. человек из них автомобильным (автобусный) 8 313,1 млн., железнодорожный совместно с метрополитеном перевезли всего 4 040,4 млн. пассажиров [1].

Со стороны государства с целью обеспечения безопасности и улучшения качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом был введен институт лицензирования, который постоянно совершенствуется [2].

Полномочия, связанные с лицензированием, в начале девяностых годов реализовывались подведомственной Минтрансу РФ Российской транспортной инспекцией. Образование данной Инспекции состоялось с принятием 20.09.1990 г. Совмином РСФСР Постановления № 378 г. Согласно указанному Постановлению состоялось принятие Приказа Минтранса РФ № 4 от 21.02.1991 г., предусмотревшего организацию региональных отделений указанной Инспекции.

На основе научно-технических, методических разработок, проводившихся на протяжении годового периода, состоялось принятие Минтрансом РСФСР Положения, определяющего статус указанной Инспекции. Данное Положение было утверждено Правительством РСФСР 26 ноября 1991 г. с принятием Постановления № 20. В Постановлении был определен комплекс относящихся к лицензированию транспортного процесса задач.

С середины 2000-х годов Правительством Российской Федерации проведена работа по совершенствованию законодательной базы, а именно доработан перечень лицензируемых видов деятельности подлежащих сокращению, введено бессрочное действие лицензии на пассажирские перевозки, осуществлен перевод государственных услуг по лицензированию в электронную форму [3].

Проанализировав статистику дорожно-транспортных происшествий (ДТП) связанных именно с автобусными перевозками, можно сделать вывод, что количество ДТП в 2022 г. по

сравнению с 2020 г. снизилось на 16 % (с 8444 до 71660), к сожалению количество погибших за тот же период увеличилось с 559 до 602 погибших [4]. Значительное количество ДТП с погибшими происходит при осуществлении местных перевозках пассажиров между небольшими городами или в сельской местности. На взгляд авторов это связано с достаточно большой долей нелегальных перевозчиков в этой области.

Совместно с контрольно-надзорными органами властные структуры регионов реализуют мероприятия, направленные на противодействия осуществлению нелегальных перевозок. Региональными властями создается инфраструктура, требующаяся для работы на законных основаниях, предусматриваются требования в отношении права осуществления перевозок межмуниципального характера [5]. При этом данные меры не являются достаточными для обеспечения порядка в сфере перевозок, являющихся междугородными и межмуниципальными. Лишь комплексные мероприятия способны исключить возможность осуществления перевозок, не являющихся легальными.

Одним из современных способов борьбы с нелегальной деятельностью в различных сферах является внедрение интеллектуальных транспортных систем, например, АО «ГЛОНАСС», Система Цифровых транспортных коридоров, ПЛАТОН и другие [6,7].

С этой целью была создана ЕФС МКПП (Единая Федеральная система мониторинга и контроля пассажирских перевозок). *Работа системы направлена на распознавание видов транспорта, анализ и выявление отклонений от маршрута движения, а также доводит информацию до контрольно-надзорных органов*, формирует цифровой след рейса и цифровой след перевозки.

Следует использовать положительный опыт регионов России, интересным является разработка в Тверской области новой транспортной модели Верхневолжья. Цифровая платформа работает примерно на таких же принципах, что и ЕФС МКПП.

Подобные системы обеспечили возможность исключения существования перевозок, являющихся «серыми». В Тверской области сегодня восемьдесят процентов пассажиров используют безналичный способ оплаты за проезд в общественном транспорте. Показатель точности выполнения расписания увеличился до девяноста восьми процентов. При этом произошло сокращение числа ДТП, в которых участвовал общественный транспорт. Сокращение составило шестьдесят семь процентов. Сокращение травматизма пассажиров составило семьдесят четыре процента. Отмечен семикратный рост объема фискальных выплат. Позитивно оценили изменения в сфере транспорта восемьдесят процентов жителей области [8].

Следует обратить внимание на выявление значительного числа рейсов, являющихся «спящими», после сверки и передачи на регулярной основе информации в реестре маршрутов межрегионального характера, ведение которого осуществляется в рамках РФ в соответствии с ФЗ.№ 220. Таким образом, выявлено, что фактическое выполнение рейсов перевозчиками не осуществляется, при этом возможность у прочих предприятий для перевозок по соответствующим маршрутам отсутствует. У пассажиров отсутствует возможность передвижения по соответствующим маршрутам. К примеру, применительно к направлению Тверь-Воронеж установлено, что лишь двадцать из девяноста шести маршрутов, которые были заявлены, выполняются фактически. Прочие на протяжении продолжительного периода находятся в реестре, несмотря на то, что должны быть удалены. Выявление подобных инцидентов будет происходить более оперативно после того, как будет обеспечено полное функционирование транспортной модели Верхневолжья. В соответствии с законодательством предъявление перевозчику претензии в случае пяти нарушений подряд, возможно применение санкций в виде исключения маршрута из реестра, отзыва карты маршрута.

Огромной проблемой по нелегальным перевозчикам на данный момент, является массовое появление 8-ми местных автомобилей (минивен), которые используются исключительно с коммерческой целью. Если раньше данная проблема стояла лишь на городских маршрутах, то сейчас этих нелегальных перевозчиков пошло массовое распространение на междугородних и местных маршрутах.

Такие перевозки представляют опасность для пассажиров и проблемы для транспортных компаний, и сотрудников ДПС ГИБДД, которым достаточно сложно будет проверить такого водителя. Как определить перевозит он компанию своих друзей или совершенно посторонних пассажиров практически невозможно [9]. Деятельность нелегальных перевозчиков наносит экономический урон легальным перевозчикам, так как происходит частичное снижение пассажиропотока. Также возникает угроза безопасности для пассажиров, ведь водитель-нелегал не имеет необходимых документов, его автомобиль не проверяется механиком по выпуску, а также медицинским работником.

**Выводы.** С целью решить поставленную проблему, а так же добиться снижения количества ДТП и тяжести их последствий, необходимо разрабатывать законопроекты, предусматривающие более строгие административные санкции за совершение правонарушений в сфере автобусных пассажирских перевозок.

Также для борьбы с нелегальными пассажирскими перевозчиками необходимо разработать систему отслеживания таких «нелегалов», которые осуществляют данную деятельность на регулярной основе. Данную систему необходимо основывать на ЕФС МКПП, не только применительно к автобусам, но и к другим видам транспорта.

\*\*\*

1. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень. 2022 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mintrans.gov.ru/storage/app/media/files/3\\_bulleten\\_transport\\_russia.pdf](https://mintrans.gov.ru/storage/app/media/files/3_bulleten_transport_russia.pdf) (дата обращения: 11.10.2023)
2. Мельникова, Т. Е. К вопросу исполнения государственной функции по контролю за безопасностью дорожного движения / Т. Е. Мельникова // Транспортное право. – 2015. – № 1. – С. 12-14. – EDN TMPFDZ.
3. Съедин, О. Н. Система правовых и нормативных требований к автомобильным перевозчикам по обеспечению безопасности автобусных пассажирских перевозок / О. Н. Съедин // Научный вестник автомобильного транспорта. – 2022. – № 2. – С. 13-22. – EDN FQQFLJ.
4. Джурко, И. А. Анализ особенностей аварийности с особо тяжкими последствиями / И. А. Джурко, Е. В. Печатнова // Техника и технология транспорта. – 2022. – № 4(27). – EDN HFTIOH.
5. Мельников, С. Е. Правовые аспекты повышения безопасности движения при использовании ИТС / С. Е. Мельников, Т. Е. Мельникова, А. И. Пантакова // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2019. – № 1(87). – С. 5-6. – EDN PREBNI.
6. Проблемы создания регуляторной базы в процессе цифровизации автоперевозок / Т. Е. Мельникова, С. Е. Мельников, В. М. Макурина, С. Кахраманова // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 9. – С. 49-52. – DOI 10.36535/0236-1914-2021-09-9. – EDN NLLPSA.
7. Мельникова, Т. Е. Проблемы защиты прав пассажиров в сфере таксомоторных перевозок / Т. Е. Мельникова, С. Е. Мельников, А. О. Боровков // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2018. – № 1(52). – С. 107-112. – EDN YTOMYM.
8. Председатель Правительства РФ Михаил Мишустин назвал работу новой транспортной модели Верхневолжья отличным примером цифровой системы управления // Российские автобусные линии. – 2021. – № 78. – С. 4
9. Қорганбай, Қ. Ж. Результаты исследования качественных показателей работы городского пассажирского транспорта / Қ. Ж. Қорганбай, А. Е. Сарсенов // Современные научные исследования и инновации. – 2021. – № 1(117). – С. 10. – EDN IPFOKH.

**Вершинина А.А.**

**Применение насосных станций в промышленности**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-526

#### **Аннотация**

Статья рассматривает применение насосных станций в промышленности, выделяя основные типы и их функциональные особенности. Обсуждаются различные области применения насосных станций, включая водоснабжение, пожаротушение, обработку сточных вод и поддержание давления в гидравлических системах. Особое внимание уделяется роли

насосных станций в обеспечении непрерывной работы промышленных объектов и повышении их эффективности.

**Ключевые слова:** насосные станции, промышленность, водоснабжение, пожаротушение, сточные воды, гидравлические системы, эффективность, надежность, технические решения.

### Abstract

The article examines the use of pumping stations in industry, highlighting the main types and their functional features. Various applications of pumping stations are discussed, including water supply, fire fighting, wastewater treatment and pressure maintenance in hydraulic systems. Special attention is paid to the role of pumping stations in ensuring the continuous operation of industrial facilities and increasing their efficiency.

**Keywords:** pumping stations, industry, water supply, fire fighting, wastewater, hydraulic systems, efficiency, reliability, technical solutions.

Насосные станции являются неотъемлемой частью инфраструктуры промышленных предприятий в перекачке жидкостей и газов, обеспечивая необходимый уровень давления и распределение воды, нефти, химических реагентов и других сред, обеспечивая удовлетворение потребностей как промышленных объектов, так и населенных пунктов в целом. Вода необходима для тушения пожаров, бытовых и хозяйственных нужд, а также для поддержания производственных процессов. Качество воды и организация ее поставок на производство напрямую влияют на характеристики и стоимость конечной продукции.

Применение насосных станций охватывает широкий спектр отраслей промышленности, включая энергетику, нефтегазовый сектор, химическую промышленность, а также водоснабжение и канализацию. В этой статье рассматриваются основные принципы функционирования насосных станций, их разновидности и важность в современной промышленности.

Насосные станции предназначены для создания необходимого давления для перемещения жидкостей или газов по трубопроводам или каналам, состоящие из насосов, контрольно-измерительных приборов, системы управления и защиты, а также соответствующих трубопроводов и арматуры. (рис.1)



Рисунок 1. Промышленные насосные станции.

В составе насосной станции обычно включены следующие узлы:

1. Фильтры очистки на входе: для очистки воды перед подачей в систему.
2. Выпускной клапан: отвечает за удаление воздуха из системы перед запуском насоса.
3. Манометр: для регулирования давления в потоке воды.
4. Обратный клапан: предотвращает обратный поток воды в трубопровод.
5. Термовыключатель: защищает мотор от перегрева.
6. Управляющий блок: для управления работой насосной станции.
7. Технические сооружения для хранения воды: необходимы для обеспечения непрерывности поставок воды.

Основной принцип работы насосных станций основан на преобразовании механической энергии вращающегося двигателя в потенциальную энергию жидкости. Насосы создают разрежение или давление, необходимое для перемещения жидкости из одного места в другое. Контрольно-измерительные приборы служат для мониторинга и регулирования параметров процесса, таких как давление, расход и температура.

Существует несколько типов насосных станций, каждый из которых адаптирован к конкретным потребностям и условиям применения:

1. Стационарные насосные станции – в эту категорию входят, в частности, блочно-модульные станции, которые пользуются особой популярностью. Они собираются из готовых модулей, что облегчает их демонтаж и перевозку для монтажа в другом месте, включая в себя насосную установку, контрольно-измерительные приборы, элементы питания и управления.
2. Автономные насосные станции – это тип насосных установок, которые функционируют независимо от централизованного электроснабжения. Они обеспечивают перекачку жидкости без необходимости подключения к внешнему источнику электроэнергии. Такие станции особенно полезны в удаленных или отдаленных местах, где нет доступа к сети электропитания.
3. Передвижные насосные станции – они устанавливаются на автоприцепы или шасси и используются для различных целей, таких как сбор разлитых нефтепродуктов, осушение водоемов и другие работы в полевых условиях. Также они применяются для закачки цистерн автомобильных и железнодорожных составов для транспортировки до пунктов назначения.
4. Плавающие насосные станции: – эти станции чаще всего используются на водозаборных пунктах для поддержания необходимого напора при снижении уровня воды.

Насосные станции способны создавать необходимое давление и расход жидкости для выполнения различных производственных операций, что позволяет оптимизировать процессы и повысить производительность. Также при правильном проектировании и обслуживании они предотвращают простои оборудования и снижают риск аварийных ситуаций, что способствует бесперебойной работе производства.

Промышленные насосные станции являются важным элементом в различных сферах деятельности. Рассмотрим основные типы таких станций и их применение:

1. Пожарная насосная станция – эти станции предназначены для обеспечения высокого давления в системах пожаротушения. Они играют решающую роль в гарантировании эффективного тушения пожаров, обеспечивая достаточное количество воды под высоким давлением.
2. Модульная насосная станция – для откачивания и сбора сточных вод. Данные станции чаще всего поставляются в готовом виде, что облегчает процесс установки и обеспечивает дополнительные гарантии надежности.
3. Насосно-фильтровальная станция – для обеспечения питьевой воды населенных пунктов. Современные технологии в таких станциях, такие как ультрафиолетовая очистка, эффективно устраняют различные примеси и бактериальное загрязнение без применения химических реагентов, что способствует сохранению оптимального качества воды и повышению экологической безопасности.
4. Гидравлическая насосная станция – для подачи рабочей жидкости к гидравлическим инструментам, обеспечивая эффективную работу оборудования.
5. Насосная станция повышения давления – для повышения или поддержания определенного уровня давления в гидравлических системах, обеспечивающая надежное функционирование системы и поддерживает необходимые параметры работы оборудования.

Применение насосных станций является необходимым условием для обеспечения эффективной работы промышленных предприятий в различных отраслях. Благодаря их функциональности и надежности, насосные станции продолжают оставаться важным звеном в современной промышленности, обеспечивая перекачку жидкостей и газов в соответствии с требованиями производства. Вместе с тем, с развитием технологий и инноваций в области насосных систем, можно ожидать дальнейшего совершенствования и расширения их применения в будущем.

\*\*\*

1. Гримитлин А.М. и др. Отопление, вентиляция производственных помещений: Издательство «АВОК Северо-Запад», Санкт-Петербург, 2007. – 399с
2. 399с
3. Строй А.Ф. Расчет и проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Издательство «Феникс», Киев, 2000.
4. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции: учебное пособие для ВУЗов / В.Н. Талиев. М.: Стройиздат, 1979. – 295с

**Власова А.А.**

### **Оптимизация нефтедобычи посредством многофункционального оборудования**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-527

#### **Аннотация**

Описываются основные принципы функционирования многофункционального оборудования, его преимущества и влияние на эффективность добычи нефти. Обсуждаются преимущества применения такого оборудования, такие как повышение производительности скважин, оптимизация затрат, минимизация рисков и улучшение управляемости процессов добычи.

**Ключевые слова:** многофункциональные скважины, нефтеотдача, пласт, оборудование, производительность, регулирование, поток.

#### **Abstract**

The basic principles of functioning of multifunctional equipment, its advantages and impact on the efficiency of oil production are described. The advantages of using such equipment are discussed, such as increasing well productivity, optimizing costs, minimizing risks and improving the manageability of production processes.

**Keywords:** multifunctional wells, oil recovery, reservoir, equipment, productivity, regulation, flow.

Нефтедобыча – это сложный и многоэтапный процесс, требующий использования передовых технологий и оборудования для максимизации производительности скважин и повышения нефтеотдачи пластов. В последние десятилетия индустрия нефтедобычи стремительно развивается, внедряя новые методы и технологии для оптимизации процессов.

Одной из ключевых стратегий в повышении нефтеотдачи пластов является применение оборудования для многофункциональных скважин. Такое оборудование позволяет осуществлять комплексный подход к управлению процессами добычи и повышать эффективность эксплуатации месторождений.

Многофункциональные скважины представляют собой комплексное техническое решение, включающее в себя различные элементы и механизмы, позволяющие осуществлять контроль и управление процессами добычи.

Многофункциональное оборудование оснащено сенсорами и системами мониторинга, которые непрерывно отслеживают параметры скважины, такие как давление, температура,

расход флюида и состав продукции. С помощью специальных клапанов и управляющих устройств можно регулировать поток жидкости и газа в скважине, оптимизируя процессы добычи и предотвращая возможные аварийные ситуации.

Многие многофункциональные скважины оснащены инжекторными системами, которые позволяют вводить в скважину различные химические реагенты, воду или пар для улучшения добычи и поддержания давления в пласте.

Применение оборудования для многофункциональных скважин предоставляет несколько значимых преимуществ:

- ✓ Позволяет увеличить производительность скважин и повысить объем добычи нефти.
- ✓ Оптимизация затрат на обслуживание и эксплуатацию месторождений.
- ✓ Системы контроля и автоматического управления снижают риск возникновения аварийных ситуаций и позволяют оперативно реагировать на них, что способствует безопасной и надежной эксплуатации скважин.
- ✓ Возможность более эффективно управлять процессами добычи и принимать обоснованные решения на основе данных о состоянии скважин.

Если в залежи входит несколько неоднородных продуктивных пластов с значительными различиями в фильтрационной способности, то пласты с менее благоприятными характеристиками фильтрации часто остаются невовлеченными в добычу. При этом достижение активной добычи из менее проницаемых пластов, с помощью выполнения очистки призабойной зоны и других геолого-технических мероприятий, часто оказывается сложной задачей. Этот вопрос также актуален для нагнетательных скважин, особенно когда в залежи входит несколько перфорированных пластов, и вода нагнетается только в высокопроницаемые пласты. В таких случаях менее проницаемые пласты остаются практически неучтенными и не используются в процессе добычи нефти.

Если для активации добычи из других пластов необходимо значительно повысить давление на закачку, то для решения этой проблемы могут потребоваться дорогостоящие и технически сложные мероприятия, такие как изменение системы закачки воды или внедрение локальных систем поддержания пластового давления.

В таких ситуациях некоторые специалисты рассматривают возможность использования оборудования для многофункциональных скважин, таких как ОРД (Одновременная Раздельная Добыча) и ОРЗиД (Одновременная Раздельная Закачка и Добыча), для вовлечения менее проницаемых пластов в процесс добычи. Однако перед тем как это делать, необходимо провести оценку потенциала добычи нефти из таких пластов путем пробного освоения. С точки зрения экономики, дебит по нефти при одновременно-раздельной эксплуатации должен быть достаточно высоким, чтобы обеспечить оптимальное время окупаемости вложенных средств. Следует отметить, что для вовлечения неактивных пластов в добычу с использованием указанного оборудования в добывающих скважинах проблем обычно не возникает, при условии наличия непроницаемых пропластков около 3 метров. Однако, для нагнетательных скважин ситуация более сложна.

При внедрении технологии ОРЗиД в объекте разработки необходимо учитывать, что на пакерующий элемент между интервалами добычи жидкости и закачки воды будет оказывать воздействие повышенный перепад давления. Для обеспечения безопасности и эффективности применения технологии ОРЗиД необходимо соблюдать ряд важных требований и критериев:

1. Наличие неработающих нефтяных пластов в нагнетательной скважине с значительными нефтяными запасами.
2. Потенциал добычи нефти из этих неработающих пластов должен составлять не менее 3-5 тонн в сутки, что устанавливается путем проведения пробного освоения интервалов.
3. Максимальная обводненность продукции не должна превышать 80%.

4. Наличие непроницаемой перемычки между пластами, куда осуществляется закачка воды, и откуда предполагается добыча нефти, должно быть не менее 5 метров.
5. Важно обеспечить высокое качество цементирования эксплуатационной колонны в интервале перемычки.
6. Габариты скважины и компоновка скважинного оборудования должны позволять использовать внутренние насосно-компрессорные трубы (НКТ) диаметром не менее 48 мм для добычи жидкости не менее 15 м<sup>3</sup>/сут. Для закачки жидкости объемом до 100 м<sup>3</sup>/сут диаметр внешних НКТ должен быть не менее 89 мм.
7. Компоновка оборудования должна позволять проводить технологические операции по промывке скважин от асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) и эмульсии, а также глушение части скважины, откуда добывается нефть.
8. Компоновка скважинного оборудования должна позволять поднимать насос без подъема пакера.

Важно отметить, что при больших перепадах давлений между нагнетательной и добывающей системами необходимо установить предохранительные устройства для предотвращения прорыва воды в добывающую линию.

При применении технологии ОРЗид для повышения нефтеотдачи пластов могут возникнуть следующие осложнения:

1. Интенсивность образования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) в НКТ будет выше при использовании коаксиальных труб, чем при обычной технологии добычи нефти. Горячая промывка НКТ может быть неэффективной из-за температурных удлинений НКТ, что может привести к разгерметизации пакера. Для борьбы с АСПО можно использовать ингибиторы АСПО, промывку растворителями или моющими веществами.
2. Особенно актуальный вопрос при ОРЗид возникает при закачке сточной воды, особенно в случае коаксиальной компоновки НКТ. Максимальное воздействие коррозии следует ожидать при использовании коаксиальных НКТ. Для предотвращения коррозии можно применять ингибиторы коррозии, футерованные антикоррозионными материалами НКТ или антикоррозионные трубы.
3. Применение НКТ малого диаметра увеличивает вероятность образования высоковязкой эмульсии и зависания насосных штанг. Для предотвращения образования эмульсии можно использовать деэмульсаторы и проводить промывку растворами деэмульсаторов.

Важно учесть, что применение технологии ОРЗид сопряжено с ограничениями и сложностями, и требует соблюдения множества технических и безопасных мероприятий для обеспечения успешной эксплуатации.

Применение оборудования для многофункциональных скважин играет ключевую роль в повышении эффективности добычи нефти и газа, а также в оптимизации производственных процессов на месторождениях. Интеграция современных технологий и систем управления позволяет снизить затраты, минимизировать риски и обеспечить стабильную и надежную работу скважин, способствуя устойчивому развитию нефтяной промышленности.

\*\*\*

1. Ал Джанаби, А. Н. Методы и инструменты формирования промышленной политики в нефтеперерабатывающем секторе России// Экономика и предпринимательство. – 2017. – №11(88). – С. 1244-1248.
2. Адушев, М. Н. Современные проблемы нефтеперерабатывающей промышленности России// Вестник Пермского университета. – 2015. – №1(24). – С. 55-68.

3. Бородачева, А.В. Тенденции развития нефтеперерабатывающей промышленности и экономические особенности нефтепереработки в России/ А.В. Бородачева, М. И. Левинбук/ Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). – 2008. - №6. – С. 37-43.

**Власова Я.Л.**

### **Исследование методов проектирования оптических схем телескопов**

*Московский государственный технический  
университет им. Н. Э. Баумана  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-528

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются основные аспекты исследования методов проектирования оптических систем астрономических телескопов. Анализируются теоретические основы, историческое развитие и современные подходы к созданию оптических схем. Приводятся примеры использования реальных телескопов, которые позволяют углубить познания о космическом пространстве и разработать возможные направления будущего развития в области астрономии.

**Ключевые слова:** оптические схемы, астрономические телескопы, проектирование телескопов, адаптивная оптика, компьютерное моделирование.

#### **Abstract**

The article explores key aspects of researching methods for designing optical systems of astronomical telescopes. It delves into the theoretical foundations, historical development, and modern approaches to creating optical schemes. Examples of real telescopes are provided, which enhance understanding of outer space and suggest possible directions for future development in the field of astronomy.

**Keywords:** optical systems, astronomical telescopes, telescope design, adaptive optics, computer modeling.

#### **Введение**

За последние десятилетия астрономия и космические исследования вступили в период стремительного развития, благодаря которому глубина и точность знаний о Вселенной непрерывно растут. Одним из основных инструментов, способствующих в открытиях явлений или небесных тел космического пространства, являются телескопы. Ключевым элементом астрономического прибора можно назвать оптическую систему, которая определяет его основные характеристики, такие как разрешение (способность различать мелкие детали), светосилу (способность собирать свет) и поле зрения (область неба, видимая через телескоп). Эта структура состоит из объектива или зеркала, различных оптических фильтров и призмы.

В настоящее время существует множество подходов к созданию оптических схем, которые позволили достичь определённых успехов в изучении Вселенной. Так, например, 25 декабря 2021 года с космодрома Куру (Французская Гвиана) был успешно запущен с помощью ракеты-носителя Ariane 5 космический телескоп «Джеймс Уэбб». Этот телескоп, оснащенный зеркалом диаметром 6,5 метра, был способен наблюдать космические объекты на расстояниях более 13,5 миллиардов лет [1].

Целью данной работы является анализ существующих методов проектирования оптических схем телескопов, исследование их преимуществ и ограничений. Также внимание уделяется современным астрономическим приборам, способствующих увеличению объема знаний о космическом пространстве.

### Основная часть

XX и XXI века стали эпохой выдающихся достижений в развитии оптических систем телескопов. Основа любой такой системы заключается в двух физических принципах оптики: геометрической и волновой.

Геометрическая оптика изучает свет как лучи, движущиеся по прямым линиям, и объясняет такие явления, как отражение и преломление на основе законов Снеллиуса, сформулированных еще в начале XVII века. Изменение направления света при переходе из одной среды в другую с разным показателем преломления описывается формулой:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \quad (1)$$

где:  $n_1$  и  $n_2$  – показатели преломления сред,  $\theta_1$  и  $\theta_2$  – углы падения и преломления соответственно.

Волновая оптика, в отличие от геометрической, рассматривает свет как волны, позволяя объяснить такие явления, как интерференция (наложения двух или более волн) и дифракция (отклонения волн от их прямолинейного распространения при встрече с препятствием или прохождении через узкий проем). Основное уравнение волновой оптики -уравнение Гельмгольца описывается следующим образом:

$$\nabla^2 E + k^2 E = 0 \quad (2)$$

где:  $\nabla^2$  – оператор Лапласа,  $E$  — амплитуда электрического поля волны,  $k$  — волновое число.

Эти два подхода в оптике дополняют друг друга, позволяя глубже понять и проанализировать поведение света в различных средах [2].

**Методы проектирования.** Основы современных оптических систем были заложены еще в XVII веке Галилео Галилеем. Астроном создал один из первых телескопов – рефрактор, который использовал линзу для сбора и фокусировки света. Объектив (или линза) рефрактора, расположенный на переднем конце телескопа, собирал свет, а окуляр, находящийся в задней части, служил для его наблюдения (рис.1). Галилей экспериментировал с различными комбинациями выпуклых и вогнутых линз, чтобы достичь желаемого эффекта увеличения и улучшения качества изображения, что в конечном итоге привело к открытию небесных тел, таких как Ио, Европа, Ганимед и Каллисто – крупнейшие спутники Юпитера, фазы Венеры и кратеры на Луне.

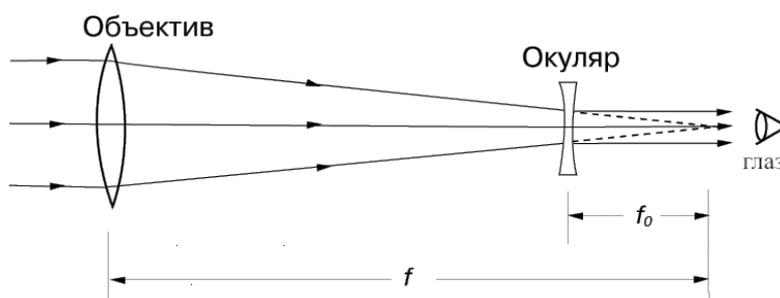


Рисунок 1. Телескоп системы Галилео Галилея, где  $f$  – фокусное расстояние объектива (линзы),  $f_0$  – фокусное расстояние окуляра.

Процесс его разработки основывался на принципах метода гауссова проектирования. Данный метод рассматривает идеализированное распространение света в системах, где углы падения и преломления лучей достаточно малы, чтобы их можно было аппроксимировать (заменять приблизительно равными) линейными функциями. Гауссово проектирование игнорирует aberrации (погрешности), кроме фокусировки линзы, и предполагает, что все лучи центруются в идеальной фокусной точке. Формула, описывающая это явление, выглядит следующим образом:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (3)$$

где:  $f$  – фокусное расстояние линзы,  $n$  — показатель преломления материала линзы,  $R_1$  и  $R_2$  – радиусы кривизны поверхностей линзы. Для собирающей линзы  $R_1$  берется положительным, если поверхность выпуклая по направлению к падающему свету, и отрицательным, если поверхность вогнутая; аналогично для  $R_2$ , но с учетом, что свет проходит через линзу и рассматривается вторая поверхность.

Применение гауссова проектирования, который является основополагающим методом, позволяет исследователям разрабатывать системы с предсказуемыми характеристиками, упрощая процесс создания за счёт использования параксиального приближения (рассмотрение лучей, идущих под малыми углами), однако при анализе широкоугольных оптических систем (применяются при астрономических обзорах неба, когда необходимо захватить большие участки космоса за один раз) становится менее точным [3].

Благодаря прогрессу в областях компьютерных технологий, нанотехнологий, материаловедения и микроэлектроники возникли новые методы проектирования оптических систем телескопов, которые обеспечили возможность проведения высокоточных астрономических наблюдений и исследований космоса.

В таблице 1 представлены ключевые современные подходы к проектированию оптических систем, их преимущества и недостатки, а также примеры реальных телескопов, созданных на их основе.

Таблица 1

*Методы проектирования оптических систем телескопов.*

<i>Метод</i>	<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>	<i>Примеры телескопов</i>
<i>Методы оптимизации волнового фронта.</i>	<i>Улучшает разрешение и контрастность изображения.</i>	<i>Сложность реализации и высокая стоимость.</i>	<i>Очень Большой Телескоп (комплекс), телескопы Кека</i>
<i>Применение адаптивной оптики.</i>	<i>Значительное улучшение качества изображений.</i>	<i>Высокая стоимость, эффективность зависит от метеоусловий.</i>	<i>Телескоп Гран-Текан, Субару</i>
<i>Метод зонных пластин.</i>	<i>Отсутствие хроматических aberrаций, работа в широком спектре волн.</i>	<i>Ограниченная эффективность, узкий спектр применений.</i>	<i>Чандра (рентгеновский телескоп).</i>
<i>Дифракционное проектирование</i>	<i>Точно распределяет свет в изображении, уменьшая aberrации.</i>	<i>Ограниченное применение из-за сложности изготовления и расчётов.</i>	<i>Spektr-RG</i>

Выбор конкретного метода проектирования зависит от целей исследования и специфики астрономической задачи, подчеркивая важность междисциплинарного подхода в астрономии и оптике.

На сегодняшний день одним из универсальных подходов к разработке оптических систем является компьютерное моделирование [4]. Данный способ позволяет предсказывать поведение элементов оптики телескопа в реальных условиях, а также определять и минимизировать потенциальные aberrации ещё на ранних этапах создания. Существует специализированное программное обеспечение, позволяющее учесть широкий спектр параметров и критериев проектирования. Например, программа Zemax, разработанная одноименной компанией в 1990 году (Киркленд, штат Вашингтон, США), является мощной инженерной платформой, позволяющей ученым создавать сложные оптические модели, анализировать и оптимизировать их работу с учетом различных физических и технологических ограничений. Программа использует ряд математических методов для расчета оптических характеристик, в том числе принцип Ферма, который опирается на закон Снеллиуса (формула (1)).

Другая программа, известная как Code V, созданная компанией Synopsys, Inc. в 2010 году (Пасадена, штат Калифорния, США) направлена в основном на разработку специализированных функций для коррекции aberrаций. Теория Сейделя позволяет проанализировать погрешности оптической системы. Математическое модель обычно

выражается через ряд Сейделя, который описывает отклонение волнового фронта от идеальной сферической волны, фокусируемой в точке изображения:

$$W = \sum (A_i \rho^i \theta^j) \quad (4)$$

где  $W$  – отклонение волнового фронта от идеального фокуса,  $A$  – коэффициенты, характеризующие величину aberrаций,  $\rho$  – радиальное расстояние от оптической оси в плоскости апертуры,  $\theta$  – угол между лучом и оптической осью,  $i$  и  $j$  – индексы, определяющие порядок aberrации в ряду.

Теория Сейделя играет значимую роль в оптическом проектировании, так как она позволяет разработчикам предварительно оценить и скорректировать aberrации в оптической системе, ещё до её физического изготовления [5].

### **Применение астрономических приборов в исследованиях Вселенной.**

Проектирование оптических систем телескопов является значимым этапом изучения космического пространства. Так, например, NASA в 2018 году запустил телескоп TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite, TESS), который был оснащен 4 широкоугольными камерами с высокой фотометрической стабильностью. Прибор, используя подход компьютерного моделирования и метод транзитной фотометрии, обнаружил сотни экзопланет (находятся за пределами Солнечной системы), включая землеподобные планеты и супер-Земли (космический объект, который имеет массу примерно от 1 до 10 земных масс, может быть скалистым или водным с газовой атмосферой). Само по себе исследование подобных планет раньше вызывало затруднение, так как небесное тело транзитирует (проходит) перед звездой относительно наблюдателя, тем самым препятствуя проявлению света. С появлением современных фотометров удалось изучить изменение интенсивности этого света, позволяя доказывать существование экзопланет, а также некоторые ее параметры, например, размер (по глубине падения яркости) и орбитальный период (по интервалам времени между транзитами). При наличии дополнительных данных таких, как измерение радиальной скорости света, можно определить массу планеты, её плотность и химический состав.

При сотрудничестве России и Германии в 2019 году был разработан телескоп Spektr-RG, специализирующейся на рентгеновских наблюдениях. Метод дифракционного проектирования позволил оптимизировать зеркала и детекторы, позволяя максимально эффективно собирать рентгеновские лучи с высокой степенью разрешения. Астрономический прибор дал возможность обнаружить миллионы сверхмассивных черных дыр, масса которых может достигать до миллиарда масс Солнца, в центрах далёких галактик. Также ученым удалось исследовать горячий газ, который представляет собой межгалактическую среду, состоящую из высокоионизированных атомов и плазмы. Температура газа может достигать нескольких миллионов градусов по Кельвину, излучая в рентгеновском диапазоне. Изучение данного космического явления дает возможность астрофизикам лучше понимать распределение темной материи, которая обладает одной из самых сложных структур во Вселенной [6].

Великий телескоп Магеллана, или Giant Magellan Telescope (GMT), представляет собой один из самых перспективных астрономических проектов на сегодняшний день. Его разработка ведется с 2015 года международным консорциумом, включая научные и исследовательские институты из США, Австралии, Бразилии, и других стран, а его запуск планируется на конец 2020 годов. Особенностью GMT является его оптическая система, состоящая из 7 зеркал (диаметр каждого составляет 8,4 метра), что делает его одним из крупнейших телескопов в мире по светособирающей способности. Зеркала GMT имеют уникальную форму и производятся методом спин-кастинга, при котором расплавленное стекло вращается в форме, создавая необходимую кривизну поверхности при остывании [7]. Использование адаптивной оптики, позволяющей корректировать атмосферные искажения изображений, даст возможность достичь чрезвычайно высокой разрешающей способности для исследования экзопланет, первых галактик Вселенной и темной материи.

### **Вывод**

Изучение и развитие методик проектирования оптических схем для астрономических телескопов дает новые возможности и инструменты для более глубокого познания космоса.

Последовательная разработка новых материалов, ПО для компьютерного моделирования и адаптивной оптики может значительно увеличить эффективность телескопов, благодаря чему ученые смогут расширить свои знания о далеких, неизведанных галактик, изучать формирование звезд, черных дыр и материй, а также их влияние на Вселенную.

\*\*\*

1. Brant E. R. Galaxy formation and reionization: key unknowns and expected breakthroughs by the James Webb space telescope // Annual Review of Astronomy and Astrophysics. 2022; 60: 121-158.
2. Аннаев Т., Аннакова Г., Ханова О. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА // IN SITU. 2023. №1.
3. Ахтарьянова Г.Ф., Измаилов Р.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ АСТРОНОМАМИ 17 - 18 ВЕКОВ С ПОМОЩЬЮ ДЛИННОФОКУСНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2023. №S1 (66).
4. Жарницкий, В. Я. Обоснование математической модели многослойного сдвигового течения бетонной смеси по наклонной поверхности откоса канала / В. Я. Жарницкий, П. А. Корниенко, А. П. Смирнов // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 57-62.
5. Jon E. G., Patricio A. G. The Simons observatory: modeling optical systematics in the large aperture telescope // Applied Optics. 2021; 60(4): 823-837.
6. Finner K., Randall S. W. Hubble Space Telescope and Hyper-Suprime-Cam Weak-lensing Study of the Equal-mass Dissociative Merger CIZA J0107.7+5408. The Astrophysical Journal. 2022; 942(1): 1538-1657.
7. Определение технологических параметров строительных процессов: методические указания / Ю. С. Приходько, А. Г. Прозоровский, А. П. Смирнов [и др.]; Московский государственный университет природообустройства. – Москва : МГУП, 2009. – 86 с.

**Галимова К.Р.**

### **Роботизированные решения для экстренных ситуаций**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-529

#### **Аннотация**

Статья рассматривает важную роль робототехники в локализации последствий ЧС. Роботы предоставляют уникальные возможности для исследования опасных зон, поиска и спасения выживших, манипулирования опасными материалами и создания систем мониторинга и управления.

**Ключевые слова:** робототехника, чрезвычайные ситуации, локализация последствий, поиск и спасение, мониторинг, безопасность.

#### **Abstract**

The article examines the important role of robotics in localizing the consequences of an emergency. The works provide unique opportunities for exploring dangerous areas, searching and rescuing survivors, manipulating hazardous materials and creating monitoring and management systems.

**Keywords:** robotics, emergencies, localization of consequences, search and rescue, monitoring, safety.

Чрезвычайные ситуации (далее – ЧС) часто требуют оперативных мер для локализации и минимизации их последствий. В последние десятилетия робототехника стала важным инструментом для управления ЧС, обеспечивая эффективную и безопасную помощь в сложных и опасных условиях. Применение робототехники в локализации последствий ЧС открывает новые возможности для спасения жизней, снижения ущерба и улучшения координации спасательных операций.

Роботы могут локализовать последствий ЧС, предоставляя уникальные возможности, которые недоступны человеку. Вот несколько способов, которыми робототехника помогает в управлении ЧС:

1. Роботы могут быть отправлены в опасные или недоступные для человека зоны, чтобы провести исследование и оценку ущерба. Они оснащены датчиками и камерами, позволяющими получить детальную информацию о местности, обстановке и уровне опасности.
2. В условиях, когда поиск и спасение становится критически важным, роботы могут быть использованы для обнаружения и спасения выживших. Они могут проникать в развалины, опасные зоны или под воду, где поисковые отряды не могут действовать безопасно.
3. Роботы обладают возможностью манипулировать опасными материалами, такими как взрывчатые вещества, химические вещества и радиоактивные материалы, минимизируя риск для спасателей.

Применение роботов в локализации последствий ЧС уже доказало свою эффективность во многих ситуациях по всему миру:

- После ядерных аварий, таких как авария на Чернобыльской АЭС, роботы использовались для исследования зон повышенной радиации и проведения работ по ликвидации последствий безопасно для человека.
- После землетрясений, наводнений и других естественных катастроф роботы применялись для поиска и спасения людей в заваленных зданиях, обеспечения коммуникации с выжившими и мониторинга опасных зон.
- В случае техногенных аварий, таких как взрывы на химических заводах или разлив нефти, роботы используются для локализации и ликвидации утечек, мониторинга загрязнения и предотвращения дополнительных аварий.

При условии ликвидации последствий применения оружия массового поражения потенциальными противниками основной задачей гражданской обороны является проведение спасательных и других неотложных работ в очаге поражения.

Спасательные операции включают:

- Выборочное изучение маршрутов движения и рабочих мест (объектов);
- Расчищенный проход (подъездную дорожку) в завалах;
- Случайное позиционирование и тушение пожара;
- Поиск и спасение пострадавших на месте;
- Вскрытие засорившейся защитной конструкции и извлечение пострадавшего;
- Оказание первой медицинской помощи пострадавшим

Мобильный робот-Mobot-H-NV используется для расчистки территории. Mobot – это первый прототип робота. Сегодня он носит название «многоцелевая гусеничная машина и мобильный робот», который посвящен ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. У робота есть рабочее оборудование для очистки крыши Чернобыльской атомной электростанции, а также оборудование для радиационного контроля. Первый робот был назван Mobot-H-NV. Аббревиатура названия означает следующее: слово Mobot - мобильный робот, буква «Ч»- означает Чернобыль, а ХС - химическая сила.

Современные роботы могут сочетать в себе множество функций, иметь более компактную форму, повышенную надежность и высокую мобильность. Давайте взглянем на некоторые из последних разработок в мире роботов, направленных на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

Новый робот с искусственной сенсорной бородой вскоре может присоединиться к спасательной команде для поиска людей в случае природной или техногенной катастрофы. Робот был разработан уникальной командой исследователей из университетов Шеффилда и Бристоля – Тони Прескоттом и Энтони Пайпом. Устройство названо в честь своего создателя SCRATCHbot.

Название происходит от английской аббревиатуры «Search and Characterize Hard-to-reach environments», что переводится как «Поиск и характеристика труднодоступных сред». В основе работы этого робота лежит принцип, подобный тому, что используется у насекомых, а именно,

использование механизма перемещения, адаптированного к множеству типов поверхностей. SCRATCHbot оснащен механизмами, позволяющими ему имитировать ходьбу насекомых и другие движения. Он использует специальные «ноги», способные передвигаться в различных направлениях и адаптироваться к различным поверхностям. Кроме того, робот оснащен датчиками и камерами, позволяющими ему воспринимать окружающую среду и реагировать на нее.

SCRATCHbot также использует принципы нейроморфной робототехники, имитируя некоторые аспекты нервной системы насекомых, что позволяет ему принимать быстрые решения и адаптироваться к изменяющимся условиям. Весь процесс основан на следующих эффектах - как только некоторые части робота касаются поверхности объекта, они замедляются, что означает, что расстояние их перемещения меньше, чем у других компонентов сенсорной системы робота. Определяя, какой из них заблокирован внешними объектами, программное обеспечение «понимает» его точное местоположение. Чтобы получить больше информации и сделать более точные выводы, голова робота приводится в движение, а другие компоненты сенсорной системы вступают в контакт с внешними объектами.

Именно в этом разница между SCRATCHbot и его компаньонами – большинством современных роботов, они предназначены для поиска людей в руинах при спасательных операциях, используя сложные системы, включая камеры, тактильные датчики и т.д.

Важным элементом функциональности SCRATCHbot является его способность «оценивать» окружающую обстановку. Оборудованный различными сенсорами, такими как тепловизоры, датчики движения и камеры, робот способен обнаруживать опасные материалы, газы или возгорания, что позволяет экипажам поисково-спасательных служб принимать обоснованные решения и действовать с большей эффективностью в условиях, где каждая секунда имеет значение.

После того, как произошло столкновение с цунами, приведшее к серьезным повреждениям на энергоблоках атомной станции «Фукусима-1», радиоактивные выбросы и загрязнение окружающей среды стали серьезной проблемой, требующей немедленного вмешательства. Опасность для жизни и здоровья работников станции была очевидной, что вызвало необходимость разработки специализированных роботов, способных работать в условиях высокого уровня радиации. Японская компания Toshiba представила на рынок революционное технологическое решение - четвероногого робота, разработанного специально для работы в местах с высоким уровнем радиоактивного загрязнения.

Другими словами, теперь он сможет выполнять функции наблюдателя, но в дальнейших модификациях планируется значительно расширить его функции. Для того чтобы робот приобрел новые способности, его необходимо усовершенствовать. Теперь он может выполнять такие вещи, как измерение параметров и свадебная фотосъемка. Робот-наблюдатель выглядит как механизм, стоящий во весь рост на четырех ногах. В корпусе есть камера, дозиметр и несколько специальных приспособлений для работы в узких проемах и труднодоступных местах. Робот имеет полезную нагрузку до двадцати килограммов и передвигается со скоростью один километр в час. Конструкция его шасси позволяет ему легко преодолевать завалы и крутые лестницы. Оператор управляет роботом на расстоянии. В настоящее время весь отдел уже работает на АЭС с бульдозерами и экскаваторами, большинство из которых управляются дистанционно.

Применение робототехники в локализации последствий ЧС открывает новые возможности для эффективного управления кризисными ситуациями, спасения жизней и минимизации ущерба. Роботы предоставляют спасателям ценные инструменты и ресурсы, которые помогают им действовать быстро, безопасно и эффективно в самых сложных условиях. В будущем робототехника будет продолжать играть ключевую роль в обеспечении безопасности и защите людей в условиях чрезвычайных ситуаций.

\*\*\*

1. Старостенко А. Безопасность техногенного характера : конспект лекций для педагогических вузов // ОБЖ. Основы безопасности жизни. 2003. № 9–12.
2. Егоров, О. Д. Конструирование механизмов роботов [Текст] : учебник/ О. Д. Егоров. - М.: Абрис, 2012. - 444 с.
3. Козырев. Ю. Г. Применение промышленных роботов [Текст] : учеб. пособие / Ю. Г. Козырев. - М.: КНОРУС, 2013. - 488 с

**Галимова К.Р.**

**Экологическая безопасность в эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-530

**Аннотация**

Статья рассматривает важность выбора аппарата для оценки уровня экологической безопасности при эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники. Основное внимание уделяется анализу различных аспектов, которые должны учитываться при выборе критериев оценки, и методам, используемым для комплексного анализа экологической совместимости техники.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, пожарная техника, аварийно-спасательная техника, критериальный аппарат, комплексная оценка, выбросы, управление отходами, экологическая стойкость, методы оценки.

**Abstract**

The article considers the importance of choosing an apparatus for assessing the level of environmental safety in the operation of fire and rescue equipment. The main focus is on the analysis of various aspects that should be taken into account when choosing evaluation criteria, and the methods used for a comprehensive analysis of the environmental compatibility of technology.

**Keywords:** environmental safety, fire fighting equipment, emergency rescue equipment, criteria apparatus, integrated assessment, emissions, waste management, environmental sustainability, assessment methods.

Стремление к минимизации негативного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации такой техники требует разработки эффективных методов оценки уровня ее экологической безопасности. Выбор критериального аппарата для комплексного оценивания этого уровня играет ключевую роль в разработке соответствующих стратегий и мер по улучшению экологической совместимости данной техники.

Пожарная и аварийно-спасательная техника существенно влияет на экологическую обстановку в местах ее эксплуатации. От выбора критериального аппарата для оценки ее экологической безопасности зависит возможность контроля и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Выбор критериального аппарата должен учитывать различные аспекты эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники, включая, но не ограничиваясь, следующими:

1. Оценка энергопотребления и эффективности использования ресурсов при эксплуатации техники.
2. Определение уровня выбросов вредных веществ в атмосферу и водные ресурсы во время работы техники.
3. Оценка методов и систем управления отходами, включая выбросы отработанных материалов.
4. Анализ используемых материалов с точки зрения их воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации и утилизации.

5. Оценка возможных экологических последствий чрезвычайных ситуаций, таких как аварии и пожары.

Для комплексной оценки уровня экологической безопасности эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники могут применяться различные методы:

1. Использование математических моделей и статистических данных для количественной оценки выбранных критериев.
2. Экспертные оценки и анализ на основе опыта специалистов в области экологии и технических наук.
3. Совмещение различных критериев в единую систему оценки с применением методов многокритериального анализа.
4. Сопоставление экологических характеристик различных видов техники для выбора наиболее экологически безопасных вариантов.

Рассмотрим выбор стандартного математического инструмента для оценки эффективности мероприятий и технических решений по повышению эффективности эксплуатации пожарно-спасательного оборудования, оснащенного ПДВС, а также методов его применения.

Анализ источников научно-технической литературы по теме данного исследования позволил выделить шесть существующих различных стандартных математических средств, которые могут быть использованы для полного достижения поставленных целей. На основе результатов этого анализа предлагается классификация этого стандартного математического аппарата, как показано на рисунке. 1.

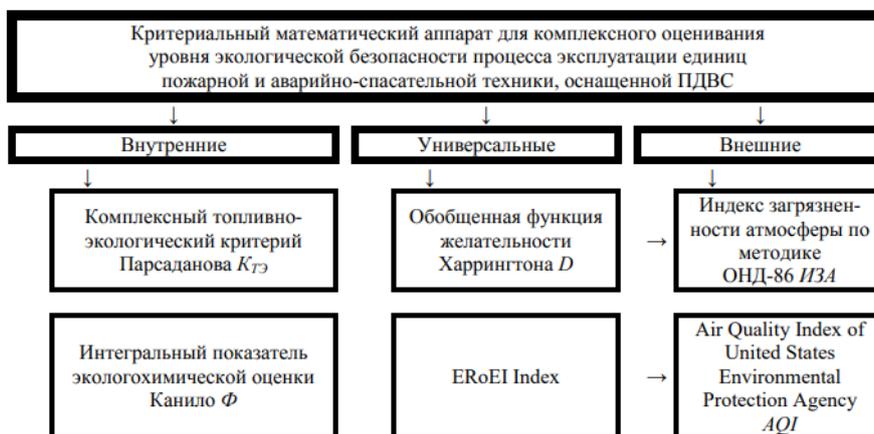


Рисунок 1. Классификация критериальных математических аппаратов для комплексного оценивания уровня экологической безопасности процесса эксплуатации единиц пожарной и аварийно-спасательной техники.

Основным классификационным признаком в предлагаемой классификации является источник исходных данных, используемых для оценки. В соответствии с предложенными принципами:

- Стандартное устройство, работающее с шаблонами и/или средними рабочими данными о содержании загрязняющих веществ в потоке выхлопных газов, полученными путем расчетов или экспериментов, например, как в исследовании, оно классифицируется как внутреннее;
- Стандартное оборудование для обработки данных о содержании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, полученных в результате расчетов или экспериментов, классифицируется как внешнее;
- Общий стандарт, математическое устройство одинаково успешно работает как с первым типом исходных данных, так и со вторым типом исходных данных.

К преимуществам внутренних стандартов относится возможность оценить уровень ЭВ в процессе эксплуатации отдельного оборудования, что особенно важно для оборудования специального назначения, парк которого составляет небольшую часть территории пожарной

части или ее площади, и полученное значение сравнивается с токсичностью выхлопных газов стандарт. К недостаткам можно отнести сложность получения исходных данных с помощью экспериментов – требуется стенд для испытания двигателя с нагрузочным устройством и специальным измерительным оборудованием.

По сравнению с внутренними стандартами к преимуществам внешних стандартов относится возможность оценить уровень всей городской экосистемы и сравнить полученные значения, а также возможность использовать информацию из сети метеостанций и пунктов наблюдения, а также удаленное спутниковое сканирование поверхности Земли. В качестве исходных данных. К недостаткам можно отнести невозможность вообще оценить индивидуальный вклад единиц специального оборудования в загрязнение окружающей среды.

Общими преимуществами внешних и внутренних критериальных устройств являются высокая специализация их математических устройств, совершенная структура и проверенные методы применения. Однако эта особенность также делает их непригодными для оценки уровня любого другого объекта.

В отличие от двух других типов, общий стандарт точно отличается гибкостью своего математического аппарата и вариативностью метода его применения. В то же время невозможно не использовать общее стандартное устройство для учета факторов окружающей среды, которые принципиально отличаются от качественных выбросов загрязняющих веществ (шум, вибрация, информационное и энергетическое загрязнение, жидкие загрязняющие вещества и твердые отходы) из потока выхлопных газов. Однако для этого требуется настройка математических устройств и корректировка методов применения.

Исходя из вышеизложенной ситуации, следует сделать вывод, что в случае противопожарного и спасательного оборудования приоритет использования стандартного оборудования в порядке убывания следующий: внутреннее → общее → внешнее.

Поэтому в данном исследовании в соответствии с типом используемого набора исходных данных предложена классификация стандартных устройств, пригодных для оценки уровня при эксплуатации единиц пожарно-спасательного оборудования. Проанализированы основные преимущества и недостатки этих стандартов, предложен приоритет их использования и выбран предпочтительный стандарт.

Выбор критериального аппарата для комплексного оценивания уровня экологической безопасности эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники является сложным и многоаспектным процессом. Эффективные методы оценки должны учитывать разнообразие факторов, влияющих на экологическую совместимость техники, и обеспечивать возможность принятия обоснованных решений по ее совершенствованию в направлении уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

\*\*\*

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под ред. С. В. Белова. – М. : Высшая школа, 1999.
2. Фролов М. П., Литвинов Е. П., А. Т. Смирнов, Ю. Ю. Корнейчук, Н. П. Красинская, Б. Н. Мишин, С. В. Петров. Основы безопасности жизнедеятельности : учебник для общеобразовательных учреждений. – М. : АСТ., 2003.
3. Хван Т. А. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. – Ростов-н/Д : Феникс, 2002.

**Дежуров А.В., Бельц А.Ф.**

**Современные методы определения прочности материалов в строительстве**

*Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-531

#### **Аннотация**

В статье рассмотрены основные методы определения прочности строительных материалов. Произведён выбор метода прочности бетона в построенных зданиях. Выполнен

примерный расчёт оценочной стоимости при определении прочности разными видами измерений.

**Ключевые слова:** прочность, метод разрушающего контроля, метод неразрушающего контроля, градуировочная зависимость, отбор проб, прямые методы, косвенные методы.

### Abstract

The article discusses the main methods for determining the strength of building materials. The method of concrete strength in constructed buildings has been selected. An approximate calculation of the estimated cost was performed when determining the strength of different types of measurements.

**Keywords:** strength, destructive testing method, non-destructive testing method, calibration dependence, sampling, direct methods, indirect methods.

Важной характеристикой, влияющей на надёжность сооружения, является прочность материала. Этот показатель очень важно оценить, как для комплексного технического обследования всего сооружения, так и для экспертизы определённой конструкции или качества материала. Прочность материала будет зависеть от свойств, состава, условий эксплуатации материала.

Прочность материала характеризует способность сопротивляться как внешним воздействиям, так и внутренним напряжениям, то есть отражает устойчивость строительного материала к деформации и разрушению.

Определяют прочность для кирпича, бетона, металла и других материалов, применяемых в строительстве, по методикам, разработанным и описанным в ГОСТах. Исследуемые образцы проверяют на изгиб, сжатие, растяжение, скручивание, срез.

Прочность строительных материалов должна проверяться периодически во время эксплуатации зданий и сооружений, так как она со временем снижается по таким причинам, как:

1. Интенсивность эксплуатации;
2. Внешние и внутренние негативные воздействия (климатические и механические факторы, охлаждение и нагревание разных конструкций, неравномерность осадки грунта).

Поэтому для того, чтобы выявить вовремя максимально опасные конструкции и участки, нуждающиеся в ремонте, и предотвратить несчастные случаи, экспертизы необходимо проводить регулярно.

Существуют разные методы определения прочности материалов конструкции. При проведении статических испытаний тестируют шаблонные образцы одинаковой формы и результаты экспериментов специалисты вносят в диаграмму, согласно которой наглядно можно увидеть деформацию материала под напряжением. Данные, оформленные графически, позволяют оценить временное сопротивление, предел текучести и упругости. Специалисты проводят расчёты для определения предельного напряжения и усталостной нагрузки. Выбор метода определения прочности строительного материала зависит от типа и разновидности строительной конструкции (например, оценка характеристики кирпича определяется стандартным способом – испытание на сжатие двух кирпичей, сложенных друг на друга).

Все современные способы исследования на прочность, применяемые к отдельным строительным образцам, элементам, конструкциям, можно делить на 2 группы:

- методы разрушающего контроля, цель которого при определении прочности материалов заключается в том, чтобы определить точку разрушения материала путем применения нагрузки до тех пор, пока материал не сломается. Этот метод позволяет определить прочность материала и его способность выдерживать нагрузку до разрушения. Отбор проб осуществляется с учётом степени нагруженности образца, его доступности и интенсивности эксплуатации данной строительной конструкции;

- методы неразрушающего контроля, целью которого при определении прочности материалов заключается в том, чтобы оценить прочностные характеристики материала, не повреждая его конструктивную целостность. Этот метод позволяет проводить контроль и оценку прочности материалов без необходимости разрушать образцы, что является особенно важным для оценки состояния конструкций в эксплуатации. Методы неразрушающего контроля позволяют проводить исследование материалов в различных условиях, определять дефекты и износ материалов, а также обеспечивать безопасность и надежность технических систем и оборудования. В основу положены различные физические процессы. Специалистами используются закономерности зависимости свойств материалов и физическими характеристиками. А свойства материалов можно определить, как прямым, так и косвенным измерением. При прямых измерениях необходимые значения характеристики непосредственно находят при помощи испытаний исследуемых образцов. А при косвенных измерениях - на основании зависимости между данной характеристикой и величиной, полученной путём прямого измерения прочности материала и скорости ультразвукового импульса, который проходит через данный материал. Данные методы используют при экспертизе промышленных, жилых и административных зданий, а самое главное, исторических и культурных объектов. Эти методы можно разделить в зависимости от технологии:
  - радиоволновый (изучение распределения волн разной длины в исследуемом материале);
  - акустический (использование ультразвука);
  - радиационный (основан на применении нейтронов и радиоизотопов);
  - электрический (определяется путём вычисления электроиндуктивности, электросопротивления строительного материала);
  - механический (включает способ упругого отскока, исследование ударного импульса и пластической деформации);
  - магнитный (включает магнитопорошковый метод и метод индукционной оценки).

В настоящее время, благодаря современным приборам и технологиям, определяют прочность строительных изделий сохраняя первоначальный вид конструкций.

Поэтому, по возможности, предпочтение отдают неразрушающим методам контроля, так как они не предполагают разбора конструкции и демонтажа. Тем не менее, не всегда специалистам предоставляется возможным оценить прочность этим методом, потому что они в результате имеют погрешность в следствии влияния таких показателей, как температура, влажность изделия, сроки использования и другие.

Рассмотрим выбор метода прочности бетона в построенных зданиях.

На протяжении последних лет резко возросла популярность, а также доступность всевозможных методов исследования прочности бетона, и, следовательно, используемых для этого необходимых приборов.

Рассмотрим прочность бетона по параметру сжатия.

Существуют следующие методы контроля (исследования) прочности бетона:

1. Разрушающие (отбор проб) - методы определения по контрольным образцам, отобраным по ГОСТу 28570 из строительной конструкции.
  - путём выпиливания;
  - путём выбуривания.
2. Неразрушающие (прямые) – методы определения по ГОСТу 22690.
  - путём отрыва;
  - путём отрыва со скалыванием;

- путём скалывания ребра.
- 3 Неразрушающие (косвенные) – методы определения по установленным заранее градуировочным зависимостям между прочностью бетона, которую определили одним из двух предыдущих методов, и косвенными характеристиками прочности, определёнными по ГОСТам 22690 и 17624.
  - ультразвуковой метод;
  - метод упругого отскока;
  - метод ударного импульса;
  - метод пластической деформации.

Наиболее точные результаты можно получить первым разрушающим методом контроля, так как:

- 1) измеряется самый важный параметр – это усилие, которое соответствует разрушению бетона при его сжатии;
- 2) берётся образец непосредственно из материала конструкции (как из поверхностного, так и из внутреннего слоя);
- 3) внешние факторы, такие как влажность, дефекты поверхности, армирование и так далее, практически не влияют на результат полученных измерений.

Всё же на практике такой метод для обычных объектов применяется очень редко из-за высокой стоимости используемого оборудования, высокой трудоёмкости и, соответственно, большой себестоимости, а также, частичного повреждения конструкции.

Произведём примерный расчёт оценочной стоимости прочности бетона разными видами измерений.

Согласно существующим требованиям ГОСТов, для данных методов контроля прочности бетона, до выполнения любых измерений требуется определить наличие самой арматуры и её расположение. Эта операция выполняется согласно ГОСТу 22904 магнитным методом.

Метод путём выбуривания кернов менее трудоёмкий и имеет меньше повреждений, которые наносятся конструкции по сравнению с методом путём выпиливания, поэтому рассчитаем его оценочную стоимость. Для выполнения данной операции необходимо: использование перфоратора, для взятия керна установка алмазного сверления, гидравлический пресс, камнерезный станок. Примерная стоимость оборудования составит 500 тыс. рублей, трудоёмкость около 4 чел./ч, стоимость испытания 12 тыс. рублей.

Наибольшее применение неразрушающих прямых методов получил метод контроля прочности бетона отрыва со скалыванием. Для выполнения этой операции необходимо: использование перфоратора, прибор, который определяет прочность бетона соответствующим методом (ПОС-50МГ4). Все трудозатраты будут складываться из: бурения шпура, а также закладки анкера, проведения измерения. Таких единичных измерений необходимо выполнить не меньше трёх. Примерная стоимость оборудования составит 70 тыс. рублей, трудоёмкость около 1 чел./ч, стоимость испытания 5 тыс. рублей.

При использовании всех косвенных неразрушающих методов контроля прочности бетона достаточно только использовать сам прибор контроля. Трудоёмкость после необходимого количества измерений будет состоять из измерений параметров, таких как скорость ультразвука, отскок и другие. Примерная стоимость оборудования составит 30-60 тыс. рублей, трудоёмкость около 0,2 чел./ч, стоимость испытания 1,5 тыс. рублей.

Косвенные неразрушающие методы контроля прочности бетона пластической деформации требуют большой трудоёмкости потому, что кроме нанесения отпечатков по поверхности бетона на конструкции нужно произвести измерение диаметра отпечатков, выполнить расчёт. Используя молоток Кашкарова. Примерная стоимость оборудования составит 4 тыс. рублей, трудоёмкость около 0,5 чел./ч, стоимость испытания 2 тыс. рублей.

В оценочную стоимость нужно также включить затраты на проезд, установку лесов и другое.

Исходя из этого вывод следующий: приборы, которые используются косвенным неразрушающим методом, имеют явные преимущества, так как у них наименьшая трудоёмкость и стоимость каждого единичного испытания, наименьшая стоимость самого оборудования. Кроме того, все косвенные методы не разрушают бетонную конструкцию при своих измерениях. Поэтому эти методы самые популярные у большинства организаций, которые обследуют и занимаются испытанием бетона. Однако использование такого метода не позволит сделать точный анализ прочности бетона, что скажется на качественной работе.

Все косвенные методы контроля прочности бетона, согласно ГОСТу Р53231(4) возможно использовать только после построения градуировочной зависимости.

Итак, можно сказать, применять косвенные неразрушающие методы контроля прочности бетона без построения градуировочной зависимости невозможно, следовательно, неизбежно использование разрушающих и прямых неразрушающих методов контроля. К сожалению, на практике некоторые организации пренебрегают указанными нормами для того, чтобы уменьшить затраты контроля прочности.

Требования норм к неразрушающим косвенным методам вызвано тем, что большая погрешность результата измерения, на которую играют роль множественные внутренние и внешние факторы, такие как:

- низкий заряд аккумулятора;
- износ пружины;
- качество обработки на поверхности бетона;
- наличие скрытых или явных дефектов на поверхности измерения;
- присутствие арматуры;
- нарушение поверхностного слоя и другие.

Эти факторы бывают в разном сочетании и минимизировать их влияние невозможно. Даже если минимизировать влияния этих факторов, а также статистически обработать результаты измерений, то полученный результат нельзя будет использовать без частной градуировочной зависимости исследуемого бетона.

Для построения градуировочной зависимости необходимо предоставить на испытание около 30 образцов кубов. Но на объектах гражданского назначения выполнение такого количества испытаний не предоставляется возможным, так как нужно получить разрешение заказчика на неизбежное повреждение конструкций.

Несмотря на вышесказанное, применение косвенных неразрушающих методов контроля прочности бетона целесообразно в таких случаях как:

- нужно только оценить значение прочности бетона для определения технического состояния конструкции;
- необходимость качественно определить зоны неоднородности прочности бетона для последующего использования разрушающих и прямых неразрушающих методов.

Рекомендации о выборе методов контроля прочности бетона:

- чтобы не нарушать требования современных норм для измерения прочности бетона исследуемой конструкции нужно применять только разрушающие и прямые неразрушающие методы;
- самым оптимальным по таким показателям как точность, трудоёмкость, доступность оборудования, стоимость, масштаб разрушения конструкций и универсальность использования является такой метод, как отрыв со скалыванием;
- в тех случаях, когда поверхностный слой глубоко повреждён, бетон исследуемой конструкции заморожен, требуется очень точные результаты, то необходимо делать такие методы как отбор проб и испытания в лабораторных условиях;

- использование неразрушающих косвенных методов целесообразно для неточной оценки прочности, а также для нахождения зон с отклонением прочности от средних значений;
- из многочисленных неразрушающих косвенных методов контроля рекомендуется использовать ультразвуковой метод и метод упругого отскока, а лучше их сочетание.

Итак, определение прочности строительных материалов – один из самых важных этапов обследования строительных конструкций жилых, промышленных и административных зданий и сооружений. К этому виду работ нормативные документы предъявляют самые высокие требования, регламентируя ГОСТами правила отбора проб для испытания образцов, методику испытания, правила обработки полученных данных. Для получения корректного результата необходимы как специальное оборудование, так и специалисты, которые знают методику испытаний и правила работы с измерительными инструментами и со специальным оборудованием.

\*\*\*

1. Шевырев, Л. Ю. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и улиц : практикум / Л. Ю. Шевырев, А. Ф. Бельц, О. Н. Моисеев ; Под общей редакцией Шевырева Л.Ю.. – зерноград : РИО Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. – 84 с. – EDN VLNGDF.
2. Кретов, Д. И. Обеспечение экологической безопасности строительства / Д. И. Кретов, А. Ф. Бельц // Экономические исследования и разработки. – 2022. – № 11-1. – С. 67-72. – DOI 10.54092/25420208\_2022\_67. – EDN BIYZUD.

**Дейс В.И.**

**Автоматизация и качество: Роль CASE-технологий**

*Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-532

#### **Аннотация**

Данная статья исследует CASE-технологии и их роль в современной программной инженерии. Рассматриваются основные преимущества, применение и перспективы развития CASE-инструментов в различных областях разработки программного обеспечения.

**Ключевые слова:** CASE-технологии, программная инженерия, автоматизация, производительность, качество ПО, управление проектами, разработка

#### **Abstract**

This article explores CASE technologies and their role in modern software engineering. The main advantages, applications and prospects for the development of CASE tools in various fields of software development are considered.

**Keywords:** CASE technologies, software engineering, automation, productivity, software quality, project management, development

Аббревиатура CASE означает «Computer-Aided Software Engineering» или «Компьютерное программное инженерное обеспечение» – это технологии, представляющие собой набор инструментов и методик, предназначенных для автоматизации различных этапов жизненного цикла разработки программного обеспечения (далее – ПО).

CASE-технологии представляют собой совокупность инструментов, которые помогают инженерам разрабатывать ПО, начиная с анализа требований и заканчивая тестированием и поддержкой, включая в себя широкий спектр функциональных возможностей, таких как

моделирование бизнес-процессов, создание диаграмм классов и вариантов использования, автоматизацию кодирования и тестирования, а также управление версиями и конфигурациями.

CASE-технологии нашли применение во многих областях программной инженерии, включая разработку встроенного программного обеспечения, веб-приложений, мобильных приложений, систем управления базами данных и многих других. Например, в разработке встроенного ПО такие инструменты могут быть использованы для создания моделей аппаратного обеспечения, автоматизации генерации кода для микроконтроллеров и проведения тестирования на ранних этапах разработки. А в сфере веб-разработки они помогают разрабатывать и поддерживать сложные веб-приложения, обеспечивая эффективное моделирование бизнес-процессов, генерацию кода и тестирование веб-интерфейсов.

Появляющаяся технология-CASE и связанные с ней приложения позволили добиться значительного прогресса в исследованиях и совершенствовании методов программирования. С помощью предложенной технологии программирование превратилось в комплексную услугу, за которой следует создание и использование высокотехнологичных языков, структурных технологий, модулей, создание деталей и вспомогательных инструментов, необходимой специализации и описательного кода. Появление представленной технологии способствует следующим событиям:

- Регулярное использование и внедрение компьютерных технологий, постоянное совершенствование и, в конечном счете, усовершенствование плана и автоматизация этапа создания проекта;
- Разработка структурированной базы данных, содержащей текущие проектные данные, ресурсы и возможности каждой структуры могут быть объединены в единое целое.

Автоматизация в разработке ПО имеет прямое влияние на качество конечного продукта. Зачастую, человеческий фактор может стать источником ошибок и несоответствий, особенно в масштабных проектах. CASE-технологии помогают уменьшить этот риск, предоставляя средства для автоматизации рутинных задач, повышая точность и скорость выполнения.

Одним из ключевых аспектов является автоматизация тестирования. CASE-технологии позволяют создавать автоматизированные тесты, которые могут быстро и эффективно проверить работоспособность программы и выявить потенциальные проблемы. Это особенно важно в контексте Agile и DevOps подходов, где частые релизы требуют быстрого и надежного тестирования.

Метод-CASE предоставляет план проектирования информационной системы и набор соответствующих инструментов, которые позволяют вам интуитивно завершить проект, чтобы обеспечить предметную область. В то же время возможность полного контроля процесса на протяжении всего процесса разработки и разработка приложения на основе информационных потребностей. Большинство инструментов основаны на методах структурного, объективного и направленного анализа, что требует использования соответствующих спецификаций, включая диаграммы, текстовые сообщения с данными о необходимых параметрах, системных связующих и динамике развития интегрированной системы.

- В серии CASE TOOL можно найти относительно доступные решения с минимальными функциями, а также более дорогие варианты для различных сервисов и операционных систем. Поэтому современные функции программных продуктов обладают широким спектром инструментов, наиболее мощные из которых широко используются ведущими зарубежными брендами и зарубежными компаниями. Интегрированный инструмент CASE и его комплекс содержат следующие компоненты:
  - Основное хранилище;
  - Графический инструмент для создания проектов и проведения анализа, который обеспечивает иерархическую структуру диаграмм;
  - Инструменты для получения заявок;

- Инструменты настройки;
- Инструменты для создания документов;
- Инструмент для тестирования;
- Инструменты управления;
- Инструменты для проведения реинжиниринга.

Существует множество классификаций современной технологии CASE, из которых особенно популярным является разделение на типы и категории.

Первая классификация позволяет рассматривать фонды на основе функциональной направленности. Следовательно, первый тип классификации позволяет оценить уровень интеграции по функциям и состоит из отдельных инструментов для решения автономных задач. Он также включает в себя набор интегрированных инструментов для большинства этапов создания информационных систем и инструментов, связанных с общедоступными репозиториями. Ниже описан процесс автоматизации с использованием этих инструментов CASE:

- Разработать необходимую графику в процессе спецификации и создания проекта;
- Создавать проекты структуры программного обеспечения, используя информационный словарь, содержащий структурные и реляционные данные;
- Создавать пользовательский интерфейс на основе графики и сгенерированных диалоговых шаблонов;
- Использование данные, сгенерированные во время работы, для настройки программы;
- Автоматический перевод на современные языки текстов, написанных на устаревших языках.

На современном уровне предлагаемая технология представляет собой набор эффективных технологий и инструментов, которые позволяют проводить эффективные исследования и грамотно планировать проект с последующей программной поддержкой. Они обеспечивают эффективную поддержку процесса создания и написания программного обеспечения путем автоматизации, сбора и структурирования необходимых данных.

CASE-технологии представляют собой мощный инструмент, способствующий повышению эффективности и качества разработки программного обеспечения. Их внедрение может принести значительные выгоды как для отдельных разработчиков, так и для компаний в целом, помогая им оставаться конкурентоспособными в быстро меняющемся мире информационных технологий. Благодаря постоянному развитию и совершенствованию CASE-технологий, мы можем ожидать еще больших инноваций и улучшений в области программной инженерии.

\*\*\*

1. Бодров, О.А Предметно-ориентированные экономические информационные системы / О.А Бодров. - М.: ГЛТ, 2013г. - 244 с.
2. Волкова, В. Н. Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум для вузов / В. Н. Волкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 432 с.

**Дейс В.И.**

**Оптимизация безопасности: SIEM**

*Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-533

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает роль и применение технологии SIEM в телекоммуникационных системах. Обсуждаются основные преимущества использования SIEM,

такие как обнаружение и предотвращение атак, улучшение реакции на инциденты, мониторинг соответствия и аналитика безопасности

**Ключевые слова:** SIEM, телекоммуникационные системы, безопасность, обнаружение атак, реакция на инциденты, мониторинг соответствия, аналитика безопасности.

### Abstract

This article examines the role and application of SIEM technology in telecommunication systems. The main benefits of using SIEM are discussed, such as attack detection and prevention, improved incident response, compliance monitoring, and security analytics.

**Keywords:** SIEM, telecommunications systems, security, attack detection, incident response, compliance monitoring, security analytics.

В современном цифровом ландшафте организации сталкиваются с постоянной угрозой кибератак и потенциальными нарушениями безопасности, поэтому для эффективного противодействия этим угрозам и обеспечения безопасности информации все больше компаний обращаются к инновационным технологиям и методам. Одним из ключевых инструментов, который приобретает все большее значение, является Система управления информационной безопасностью (SIEM).

SIEM (Security Information and event management) – это программное обеспечение, которое объединяет в себе функции сбора, анализа и управления информацией о безопасности с целью обнаружения и реагирования на угрозы информационной безопасности в реальном времени. SIEM агрегирует данные из различных источников, таких как журналы событий, устройства безопасности и сетевые аппараты, и анализирует их с помощью мощных алгоритмов для выявления аномалий и подозрительных активностей.

SIEM играет ключевую роль в обнаружении атак и несанкционированных доступов к телекоммуникационным системам. Путем мониторинга сетевого трафика и анализа событий SIEM способен быстро выявлять аномалии, такие как необычные попытки входа в систему, подозрительные запросы или внезапные изменения в сетевой активности. Благодаря возможности реагировать на события в реальном времени, SIEM позволяет оперативно реагировать на инциденты безопасности в телекоммуникационных сетях. Это позволяет сократить время простоя и минимизировать потенциальные убытки от атак или нарушений безопасности.

В сфере телекоммуникаций существует множество нормативных требований и стандартов, которым должны соответствовать операторы сетей. SIEM помогает автоматизировать процессы сбора данных и аудита, что упрощает соблюдение требований нормативов и стандартов, таких как GDPR, HIPAA и PCI DSS. Также SIEM предоставляет возможность создания детальных отчетов о безопасности сети, включая аналитику угроз, статистику инцидентов и тренды в безопасности, анализируя эффективность мер безопасности и принимать меры по их улучшению.

Профилактические методы предназначены для предотвращения (недопущения) нарушений передаваемой информации. Суть детективного метода заключается в том, чтобы собрать как можно больше информации об инциденте при условии, что законность этих действий не может быть определена. На данный момент известны различные системные продукты в этой области, но SIEM-системы занимают особое положение на рынке информационной безопасности. Давайте рассмотрим их более подробно.

Учитывая цель создания SIEM-системы, можно выделить следующее:

- Сократить время реагирования и увеличить вероятность обнаружения инцидентов информационной безопасности;
- Минимизировать потери, вызванные рисками информационной безопасности;
- Интеграция процессов управления событиями;

Задачи, решаемые системой:

- Оперативное обнаружение, реагирование и контроль обработки инцидентов информационной безопасности;
- Возможность оперативного контроля состояния информационной безопасности;
- Создание единого центра мониторинга информационной безопасности;
- Определение прав, обязанностей и объема ответственности сотрудников в области управления инцидентами информационной безопасности.

Система SIEM включает в себя следующие элементы:

- Прокси-сервер - сбор данных из различных источников;
- Сервер-сборщик - накопление информации, полученной от агента;
- Сервер баз данных - хранилище информации;
- Связанный с сервером анализ информации.

Необходимость интеграции системы SIEM в телекоммуникационную сеть обусловлена существующими проблемами:

- Недостаточная информация о современных методах и тактике нападения, приводящая к серьезным последствиям;
- Максимальные трудозатраты сотрудников, отсутствие возможности постоянного мониторинга системы;
- Отсутствует подробная информация об инфраструктуре системы и ее уязвимостях.

В SIEM-системе positive technology все эти недостатки устранены настолько, насколько это возможно. Согласно исследованию аналитической компании IDC (International Data Company), лидером на российском рынке SIEM-систем является MaxPatrol security information and incident management.

Телекоммуникационные компании часто подпадают под регулирование законодательства о защите данных и конфиденциальности. SIEM может помочь в соблюдении требований GDPR, HIPAA, PCI DSS и других нормативов, предоставляя инструменты для аудита безопасности, мониторинга доступа и защиты конфиденциальной информации

SIEM анализирует не только события безопасности, но и поведение пользователей в сети. Это позволяет выявлять аномальное поведение, такое как попытки несанкционированного доступа, утечки данных или неправомерные действия сотрудников, что помогает предотвращать угрозы изнутри. Несмотря на все преимущества, использование технологии SIEM также встречает ряд вызовов:

1. SIEM генерирует и анализирует огромные объемы данных, что может создавать сложности с их обработкой и хранением. Компании должны обеспечить достаточные ресурсы для работы с такими данными.
2. Некорректная настройка SIEM или недостаточная оптимизация алгоритмов анализа может привести к большому количеству ложноположительных срабатываний, что затрудняет выявление реальных угроз.
3. Каждая компания имеет свои уникальные требования к безопасности, и SIEM требует настройки и настройки под конкретные потребности бизнеса, что может потребовать значительных затрат времени и ресурсов.
4. SIEM требует интеграции с различными источниками данных, такими как журналы событий, устройства безопасности и сетевые аппараты, что может быть сложным процессом, особенно в распределенных средах.

Технология SIEM играет важную роль в обеспечении безопасности и эффективности телекоммуникационных систем. Путем обнаружения атак, улучшения реакции на инциденты, мониторинга соответствия и предоставления аналитики SIEM помогает операторам сетей обеспечивать надежную защиту информации и соблюдать требования законодательства. Внедрение технологии SIEM становится все более важным шагом для современных телекоммуникационных компаний в условиях постоянно меняющейся угрозной среды и

растущих требований к безопасности. Но для достижения максимальной эффективности необходимо правильно настроить и оптимизировать этот инструмент, а также обеспечить надлежащее обучение персонала. Только в таком случае SIEM сможет стать истинным опорным пунктом в стратегии безопасности информации организации.

\*\*\*

1. Иванов, В. М. Интеллектуальные системы: учеб. пособие для вузов / В. М. Иванов ; под науч. ред. А. Н. Сесекина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 91 с.
2. Кашаев, С.М. 1С:Предприятие 8.2. Программирование и визуальная разработка на примерах / С.М. Кашаев. - СПб.: BHV, 2011. - 320 с.
3. Маркин, А. В. Программирование на sql в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Маркин. — М. Издательство Юрайт, 2019. — 292 с.

**Дюдюкина С.А.**

**Оптимизация сгорания сжатого природного газа за счет применения водородных добавок**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-534*

**Аннотация**

Данная статья исследует перспективы использования водородных добавок в качестве активаторов горения сжатого природного газа. Рассматриваются принципы работы водородных добавок, их преимущества, вызовы и перспективы в контексте повышения эффективности сгорания, снижения выбросов и улучшения экологической эффективности топлива.

**Ключевые слова:** водородные добавки, сжатый природный газ, активаторы горения, энергоэффективность, выбросы вредных веществ, топливные добавки.

**Abstract**

This article explores the prospects of using hydrogen additives as gorenje activators of compressed natural gas (CNG). The principles of operation of hydrogen additives, their advantages, challenges and prospects in the context of improving combustion efficiency, reducing emissions and improving the environmental efficiency of fuel are considered.

**Keywords:** hydrogen additives, compressed natural gas, gorenje activators, energy efficiency, emissions of harmful substances, fuel additives.

В последние десятилетия в связи с ужесточением экологических норм и потребностей в повышении эффективности энергетических процессов важным становится изучение альтернативных методов оптимизации сжигания природного газа. Одним из таких методов является использование добавки водорода в качестве активатора горения. Он подход не только может улучшить процесс сжигания, но и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Водород обладает уникальными свойствами, среди которых высокая теплота сгорания и возможность улучшения смесового горения. При добавлении водорода в сжатый природный газ происходит улучшение качества сгорания, повышение степени полного сгорания, снижение образования углеродных отложений и выбросов оксидов азота.

Сжатый природный газ (далее – СПГ) – это чистое и относительно доступное топливо, которое используется в автомобилях, промышленных процессах и для отопления, но, несмотря на его преимущества, существует постоянная потребность в совершенствовании процессов сгорания для повышения эффективности и снижения выбросов загрязняющих веществ.

Добавка водорода в СПГ представляет собой введение малых количеств водорода в топливную смесь перед ее сгоранием в двигателе или горелке. Этот процесс основан на том,

что водород является очень реакционноспособным элементом и имеет способность улучшать процесс сгорания других топлив.

Когда водород добавляется к СПГ и сжигается, происходит более полное сгорание газа. Это происходит за счет более полного окисления углерода в смеси, что приводит к увеличению тепловой эффективности и снижению выбросов оксидов азота и углерода.

- Добавка водорода позволяет более полно сжигать СПГ, что повышает эффективность работы двигателя или горелки.
- Полное сгорание топлива также приводит к снижению выбросов вредных веществ, что делает этот процесс более экологически чистым.
- Водородные добавки могут легко интегрироваться в существующие системы сжатого природного газа без необходимости радикальных изменений в инфраструктуре.
- Добавка водорода может улучшить сжигание топлива при низких температурах и в условиях низкого давления.

Несмотря на многообещающие перспективы использования водородных добавок в качестве активаторов горения СПГ, существуют и вызовы, требующие дальнейших исследований и разработок. Одним из таких вызовов является разработка оптимальных систем введения водорода, чтобы обеспечить наилучшую эффективность и минимальные затраты.

Тем не менее, с развитием технологий производства водорода, а также увеличением интереса к чистым и эффективным источникам энергии, водородные добавки продолжают привлекать внимание как потенциальное решение для улучшения сгорания СПГ.

Исследования в области возможности применения водородных добавок для увеличения эффективности сгорания внутреннего сгорания с искровым зажиганием, включая работу на режимах глубокого дросселирования, были проведены отечественными учеными. Результаты анализа научных исследований подтверждают, что добавка водорода в газовое топливо существенно усиливает процесс сгорания, что оказывает заметное воздействие на характеристики работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), особенно в случае работы на режимах глубокого дросселирования, которые считаются наиболее неблагоприятными с точки зрения экономических и экологических параметров. Следовательно, применение газовых топливных смесей, содержащих природный газ и водород, можно рассматривать как эффективную альтернативу, в которой водород выступает в роли активного компонента для регулирования процесса горения в двигателях внутреннего сгорания, работающих на газовом топливе.

Помимо этого, перспективность и экономическая целесообразность использования водорода в качестве добавки к сжатому природному газу заключается в том, что смесь природного газа и водорода может быть заправлена в газовые баллоны на газовых заправочных станциях, что позволяет использовать существующую систему питания природным газом с необходимыми корректировками настроек контроллера.

Эффективность работы двигателя в значительной степени зависит от качества формирования смеси топлива и воздуха, а именно от ее гомогенности. Такой параметр определяется температурой кипения используемого топлива и его способностью к диффузии. В контексте использования водорода в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, его низкая температура кипения, составляющая 20К, исключает возможность жидкой фазы в смеси топлива и воздуха. Кроме того, коэффициент диффузии водорода значительно превосходит аналогичные показатели углеводородных топлив, что обеспечивает быстрое и равномерное смешивание, даже если водород подается в конце сжатия поршня.

Таким образом, упомянутые свойства водорода способствуют формированию высокогомогенной смеси и уменьшению неоднородности рабочих циклов двигателя. Более того, эти характеристики обеспечивают легкий запуск двигателя при низких температурах, что делает его более удобным в эксплуатации в различных климатических условиях.

С учетом перспектив развития технологий и роста интереса к водородным решениям в энергетике и транспорте, экономическая эффективность водородных добавок к природному

газу может стать реальностью в будущем, но на данный момент, с учетом текущей стоимости водорода и сложностей инфраструктуры, значительное снижение стоимости водорода и развитие соответствующей инфраструктуры представляют собой ключевые факторы, которые могут сделать это решение более доступным и привлекательным для потребителей.

Использование водородных добавок в качестве активаторов горения сжатого природного газа представляет собой перспективный путь для улучшения процессов сгорания и повышения энергоэффективности. С их помощью можно достичь существенного снижения выбросов вредных веществ и повысить общую экологическую эффективность использования природного газа как топлива. Однако для полной реализации потенциала этой технологии необходимо дальнейшее исследование, разработка и интеграция в промышленные и транспортные системы.

\*\*\*

1. Маганов Н.У., Ибрагимов Н.Г., Хисамов Р.С., Ибатуллин Р.Р., Амерханов М.И., Зарипов А.Т. Инновационные решения для разработки запасов тяжелой нефти / Актуальные проблемы нефти и газа. - 2014. - №2(10). - С. 12.
2. Якубов М.Р., Борисов Д.Н., Якубова С.Г., Абилова Г.Р., Милордов Д.В. Исследование флокуляции и осаждения асфальтенов тяжелых нефтей УФ-спектрофотометрическим кинетическим анализом / Нефтяная провинция. - 2016. - №2. - С.80-97.

**Дятлов Н.А.**

### **Перспективы использования ППМ для пневмотранспорта**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-535*

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает перспективы использования пористых порошковых материалов для пневмотранспорта. Статья обсуждает преимущества такого подхода и представляет примеры применения пористых порошковых материалов в различных областях строительства.

**Ключевые слова:** пористые порошковые материалы, пневмотранспорт, сыпучие среды, строительство, эффективность, экономическая выгода.

#### **Abstract**

This article examines the prospects for the use of porous powder materials for pneumatic transport. The article discusses the advantages of this approach and provides examples of the use of porous powder materials in various fields of construction.

**Keywords:** porous powder materials, pneumatic transport, bulk media, construction, efficiency, economic benefits.

Строительная индустрия продолжает стремительно развиваться, в поисках эффективных и инновационных решений для улучшения процессов строительства.

Пневмотранспорт – это одна из технологий, которая обещает революционизировать способы перемещения в городах и между ними. В последние годы все больше внимания уделяется пористым порошковым материалам как перспективному решению для улучшения характеристик пневмотранспортных систем.

Пористые порошковые материалы (далее – ППМ) – это вещества, обладающие специальной структурой, содержащей большое количество мелких пор, которые могут быть как открытыми, так и закрытыми, что делает материал пористым и способствует образованию воздушных полостей в его структуре.

ППМ обладают низкой плотностью, что делает их легкими и удобными для транспортировки при использовании пневмотехнологий для понижения энергозатрат и повышения эффективности процесса транспортировки. Они также способны адаптироваться к различным типам сыпучих сред, таким как песок, цемент, гравий и другие. Их пористая структура облегчает процесс перемешивания и улучшает равномерность распределения материала при транспортировке.

Пневмотранспорт с использованием пористых порошковых материалов позволяет снизить риск образования глыб или заторов в системе транспортировки, что приводит к более плавному потоку материала и уменьшает вероятность возникновения проблем в процессе.

Применение в строительстве:

- В бетононасосах для более эффективной транспортировки цемента и других компонентов бетонной смеси на строительные объекты;
- В качестве наружных утеплителей, обеспечивая хорошую теплоизоляцию и улучшая энергосбережение;
- Для засыпки трещин и ям на дорогах, что способствует повышению безопасности и удлинению срока службы дорожного покрытия.

Основные эксплуатационные свойства ППМ обеспечиваются наличием разветвленной взаимосвязанной системы пор (каналов), что является особенностью порошковой металлургии. Эти каналы-поры обеспечивают такие свойства, как проницаемость для газов или жидкостей, способность капилляров транспортировать жидкости под действием капиллярных сил и фильтрующие способности. Хотя полимерные, бумажные и керамические материалы широко используются в технологии, ППМ конкурирует с ними благодаря своим очень сложным свойствам: они обладают хорошим сочетанием производительности и чистоты, долговечны, устойчивы к термическому удару, подходят для сварки, наплавки и обработки и могут многократно регенерироваться различными методами; выбор подходящих материалов обеспечивает необходимую коррозионную стойкость, термостойкость и теплопроводность, что позволяет эксплуатировать РРМ при высоких температурах и в агрессивных средах, в том числе, например, при использовании кислот, щелочей, агрессивных газов и газов накалывания. Можно сказать, что в случае необходимости реализовать физические и химические свойства, присущие металлам и сплавам, используемым для изготовления, другого выбора нет.

Все ППМ можно разделить на три группы в зависимости от характера их применения: фильтрующие, капиллярно-пористые и материалы с особыми свойствами.

Самая многочисленная группа – это фильтрующая. Процесс эксплуатации ее продуктов характеризуется избыточным давлением, прикладываемым к газу или жидкости, поэтому последние очищаются, гомогенизируются, разделяются, смешиваются и распределяются через поры (фильтры, смесители, глушители, аэраторы, противопожарные барьеры и т.д.).

Для вспомогательных операций при транспортировке цемента и других измельченных материалов серийно выпускается оборудование, работающее по принципу аэрации, в котором порошкообразный материал насыщается воздухом, распределяемым ватой, и приобретает небольшую степень текучести жидкости. К этой группе оборудования относятся воздушные резервуары, загрузочные устройства, аэрационные воздухораспределительные коробки, а также пневматические нижние и боковые разгрузчики. Aerobobs предназначен для транспортировки сухих порошкообразных материалов с небольшим уклоном при подаче из одной точки в другую, а также для распределения материалов по нескольким точкам, а также для сбора материалов из нескольких точек и подачи их в загрузочное устройство для автоматической загрузки цементовозов, крытых железнодорожных вагонов и цементовозок с силосных складов. Аэрационные воздухораспределительные коробки используются для оборудования на дне силосов и бункеров, чтобы обеспечить беспрепятственную и равномерную транспортировку сыпучих материалов из них за счет их аэрации. Пневматические нижние и боковые разгрузчики предназначены для управления разгрузкой из силосов и аэродромных помещений. Воздуховод представляет собой трубу прямоугольного сечения, состоящую из двух коробок (верхней и

нижней), между которыми размещена пористая воздухопроницаемая перегородка (керамическая или тканевая) для подачи воздуха через перегородку.

Для изготовления пористых перегородок для пневмотранспорта с использованием аэрации сыпучих материалов рекомендуется использовать восьмислойные хлопчатобумажные ленты; шестислойные интегрированные хлопчатобумажные транспортные ленты; четырехслойный брезент; нейлоновые ткани и т.д. Как показывает наш опыт, эффективным материалом, используемым для этих целей, является пористый порошок люминофорной бронзы.

Потенциальные применения пористых порошковых материалов в пневмотранспорте:

1. Для изготовления корпусных деталей транспортных средств позволит снизить их вес, улучшить акустическую и теплоизоляцию.
2. Для создания эффективных систем звукоизоляции внутри кабин или салонов пневмотранспортных средств.
3. Для создания амортизационных элементов, способных смягчать удары и вибрации во время движения.
4. Для изготовления теплоизоляционных панелей позволит улучшить энергоэффективность и комфорт внутреннего пространства пневмотранспортных средств.

Использование пористых порошковых материалов для пневмотранспорта сыпучих сред в строительстве представляет собой инновационный подход, способный значительно улучшить процессы транспортировки, снизить эксплуатационные расходы и повысить эффективность строительных работ. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к еще более значимым результатам и улучшениям в строительной индустрии

\*\*\*

1. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996.- 416 с.
2. Холмянский М.М. Бетон и железобетон: Деформативность и прочность.- М.: Стройиздат, 1997.- 576 с.
3. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Расчётные модели силового сопротивления железобетона: Монография.- М.: Издательство АСВ, 2004.- 472с.

**Ильмендеев В.И.**

**Бурение скважин: двухкамерная инновация**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-536

#### **Аннотация**

Данная статья представляет обзор двухкамерной забойной машины, инновационного устройства, предназначенного для бурения скважин. Статья описывает преимущества этой технологии и перспективы применения данной технологии в индустрии добычи нефти, газа и воды.

**Ключевые слова:** двухкамерная забойная гидромашина, бурение скважин, инновации в нефтегазовой промышленности, повышение эффективности.

#### **Abstract**

This article provides an overview of the two-chamber downhole machine, an innovative device designed for drilling wells. The article describes the advantages of this technology and the prospects for using this technology in the oil, gas and water production industry.

**Keywords:** two-chamber downhole hydraulic machine, well drilling, innovations in the oil and gas industry, efficiency improvement.

Бурение скважин является неотъемлемой частью процесса добычи нефти, газа и воды. В последние годы создается все больше новых инновационных решений, среди которых особое внимание привлекает двухкамерная забойная гидромашина.

Роторное бурение основано на использовании вращательного движения для пробуривания скважин. Основные компоненты роторной буровой установки включают в себя буровую вышку, ротор и буровой насос. Роторная система вращает буровую колонну, состоящую из буровых труб и долота, которое проникает в грунт.

Забойная гидромашина – это высокотехнологичное устройство, используемое в нефтяной промышленности для бурения скважин, преодолевая сложные геологические условия и достигая глубоких пластов для добычи нефти и газа.

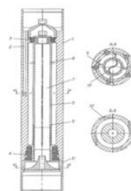
Забойная гидромашина работает по принципу гидравлического давления, используя силу жидкости для преодоления сопротивления горных пород. Этот метод позволяет более эффективно преодолевать препятствия, такие как твердые породы или неровности в земной коре, что существенно увеличивает скорость бурения и снижает затраты на энергию.

Двухкамерная забойная гидромашина (ДЗГ) – это новейшее устройство, предназначенное для бурения скважин. В отличие от традиционных однокамерных моделей, которые имеют только одну камеру для управления потоком бурового раствора, двухкамерная гидромашина обладает двумя камерами. Этот новый двухсекционный турбобур имеет оптимизированный профиль лопастей и пониженную осевую высоту, что обеспечивает высокую энергетическую эффективность по сравнению с традиционными трехсекционными машинами. Тем не менее, даже в этой конструкции существуют некоторые недостатки, характерные для турбобуров, что вызывает вопросы о их эффективности при бурении боковых стволов. Однако достоинства ДЗГ заключаются в:

1. Увеличении скорости бурения благодаря наличию двух камер для управления потоком жидкости.
2. Повышении точности и контроля, обеспечивая более надежное и стабильное управление процессом.
3. Повышении безопасности благодаря более точному контролю и управлению процессом бурения, что особенно важно в условиях сложных геологических формаций или при бурении скважин на больших глубинах.

Анализируя конструктивные особенности, режимы работы и условия применения забойных гидромашин, можно прийти к выводу о том, что для бурения боковых стволов из основной скважины наиболее подходящими являются роторные машины с ограниченной длиной. Крутящий момент роторной гидромашины напрямую зависит от среднего радиуса и общей площади рабочих лопастей. Увеличение длины лопастей может компенсировать небольшой радиус, что позволяет достичь необходимого крутящего момента для эффективного бурения.

Таким образом, роторные гидромашины с ограниченной длиной лопастей являются оптимальным выбором для бурения боковых стволов из основной скважины. Их компактность, возможность компенсации малого радиуса длинными лопастями и использование потенциальной энергии рабочей жидкости делают их эффективными инструментами в условиях ограниченного пространства и требований к точности бурения.



Двухкамерная забойная гидромашина:  
где, 1 – корпус; 2 – подводный канал; 3-4 – подшипники; 5 – ротор; 6 – натурализирующие лопастей; 7 – центральный канал; 8-9 – радиальные отверстия; 10 – симметричные перегородки; 11 – переходник; 12 – горизонтальный канал

Рисунок 1.

Прежде чем приступить к бурению, операторы осуществляют подготовительные работы, включающие проверку оборудования, настройку параметров и подачу необходимых материалов. После подготовки машина запускается и приводится в рабочее состояние. Каждая из двух камер начинает выполнять свои функции. Поток рабочей жидкости по подводящим каналам направляется на внутреннюю стенку полуцилиндрических лопастей без возможности опрокидывания ротора. Под воздействием скоростного напора и увеличивающегося давления в полости корпуса, ротор начинает вращаться на подшипниках. Далее, жидкость поступает в боковые радиальные отверстия и на входе в центральный канал снижается давление, что уменьшает гидродинамические сопротивления вращению ротора. При выходе из боковых отверстий жидкость ускоряется и входит в центральный канал, где сила ударного давления увеличивается. Процесс также усиливается благодаря обратной рефлексии жидкости, выходящей из задних боковых отверстий. Нижний переходник направляет часть жидкости на забой скважины для охлаждения инструмента и выноса шлама, в то время как основной поток жидкости выходит через горизонтальные каналы, создавая дополнительный крутящий момент на роторе.

По завершении бурения машина останавливается, и проводится оценка результатов. Эффективность бурения, качество скважины и другие параметры оцениваются для определения успешности операции.

Одним из ключевых технологических функций ДЗГ является ее способность обеспечивать более эффективное и точное управление потоком бурового раствора. За счет наличия двух отдельных камер для регулирования давления и объема жидкости, операторы могут достичь более высокой степени контроля над процессом бурения, что особенно важно при работе в условиях сложных геологических формаций, где требуется точное регулирование параметров бурения для избежания аварий и повышения производительности.

Для определения силовых характеристик этой двухкамерной гидромашины проводятся теоретические расчеты, учитывающие размеры и расход рабочей жидкости. Также использование таких гидромашин, например, в сочетании с алмазными породоразрушающими инструментами имеет свою практическую обоснованность, особенно при бурении скважин для добычи нефти, газа и подземных вод. Они также могут быть успешно применены при проведении многоярусных боковых стволов для доступа к продуктивным пластам с целью увеличения добычи полезных ископаемых. Эти двухкамерные гидромашины предоставляют перспективное решение для повышения эффективности и производительности процесса бурения, а также для улучшения добычи при разработке месторождений.

Хотя начальные инвестиции в такую технологию могут быть высокими, в долгосрочной перспективе использование двухкамерной гидромашины позволяет существенно сократить затраты на бурение за счет повышенной эффективности и снижения временных потерь.

Двухкамерные забойные гидромашины представляют собой перспективное направление развития в области бурения скважин. Их преимущества в скорости, точности, безопасности и экологической эффективности делают их привлекательным выбором для компаний, занимающихся добычей нефти, газа и воды. Дальнейшее развитие и усовершенствование этой технологии позволит повысить эффективность производства и снизить его воздействие на окружающую среду.

\*\*\*

1. Ильский А.Л., Шмидт А.П. Буровые машины и механизмы: Учебник для техникумов - М.: «Недра». 1989 – 395 с.
2. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов/А. Н. Попов, А. И. Спивак, Т. О. Акбулатов и др.; Под общей ред. А. И. Спивака. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. - 509 с.
3. Протасов В.Н., Кривенков В.С., Султанов Б.З. Эксплуатация оборудования для бурения скважин и нефтегазодобычи. Учебник для вузов. - М.: Недр-Бизнесцентр, 2006. - 691 с.

**Ковалев О.С.**

**LTE-сети Основы и безопасность**

*Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-537

**Аннотация**

Данная статья обсуждает вопрос информационной безопасности в LTE сетях, рассматривая угрозы и риски, с которыми они сталкиваются, а также меры защиты, необходимые для обеспечения безопасности данных и личной информации пользователей. Также в статье рассматривается структура и преимущества LTE сетей.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, LTE-сети, меры защиты, данные, информация, структура, мобильная связь, передача данных.

**Abstract**

This article discusses the issue of information security in LTE networks, considering the threats and risks they face, as well as the protection measures necessary to ensure the security of data and personal information of users. The article also discusses the structure and advantages of LTE networks.

**Keywords:** information security, LTE-networks, security measures, data, information, structure, mobile communications, data transmission.

Long-Term Evolution технология (далее – LTE) является одной из основных технологий для передачи данных в мобильных сетях в настоящее время, но с развитием этой технологии возникают и новые вызовы в области информационной безопасности, поэтому необходимо эффективно разрабатывать соответствующие защитные меры для обеспечения безопасности данных и личной информации пользователей.

LTE – это технологический стандарт для передачи данных по беспроводным мобильным сетям, который обеспечивает значительное увеличение скорости передачи данных. Введение LTE-технологии в мире мобильной связи привело к революции в области коммуникаций, предоставив пользователям широкий спектр возможностей и повышенную доступность услуг связи, а именно эволюцию предыдущих стандартов - 3G.

Рассмотрим основные особенности LTE – технологии:

- Способность обеспечивать высокие скорости передачи данных для быстрой загрузки и скачивания контента из интернета;
- Низкая задержка, что делает их идеальным выбором для приложений, требующих мгновенного отклика, таких как онлайн игры и видео конференции;
- Улучшенное покрытие и более эффективное распространение сигнала для использования в отдаленных и труднодоступных местах;
- Способность поддерживать большое количество подключенных устройств.

Сеть LTE, согласно спецификации LTE Release 8 группы 3GPP, должна состоять из двух важнейших компонентов:

- сети радиодоступа E-UTRAN;
- базовой сети SAE (System Architecture Evolution).

Технология LTE использует плоскую архитектуру сети, которая состоит из базовых станций (eNodeB), контроллеров мобильной сети (MME - Mobility Management Entity), а также центров обработки данных (PDN-GW - Packet Data Network Gateway) и других компонентов. Кроме того, LTE включает различные уровни защиты для обеспечения безопасности передачи данных и защиты пользователя. (рис. 1)

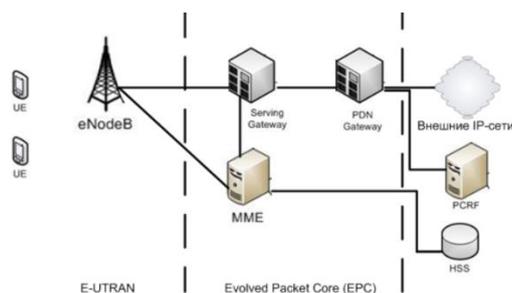


Рисунок 1. Схема основных элементов сети LTE.

1. Базовые станции eNodeB являются основными точками доступа в LTE сеть для беспроводного соединения с мобильными устройствами и координирования передачи данных в рамках своей области покрытия.
2. Mobility Management Entity (далее – MME) ответственен за управление мобильностью с целью регистрации и аутентификации пользователей, управления сменой местоположения и переходом между различными базовыми станциями.
3. Serving Gateway (далее – SGW) отвечает за маршрутизацию данных между базовыми станциями и EPC, а также выполняет функции межсетевого туннелирования и маршрутизации данных.
4. Packet Data Network (далее – PDN Gateway) – шлюз пакетных данных, роль которого заключается в установлении и управлении IP-соединением между мобильными устройствами и внешними сетями, такими как интернет или корпоративные сети.
5. Home Subscriber Server (далее – HSS) является централизованной базой данных, которая содержит всю информацию о предоставляемых данных, обеспечивая аутентификацию пользователей, управление подписками и другие функции, необходимые для обслуживания мобильных абонентов LTE сети.

LTE предоставляет высокоскоростной доступ в интернет и обеспечивает широкий охват, но также подвержен определенным угрозам безопасности. Рассмотрим несколько основных угроз LTE-сети. Так как данные сети используют радиочастотное спектральное управление для передачи данных между устройствами и базовыми станциями, они имеют множество утечек из-за уязвимости сетей к перехвату и подслушиванию данных. Также уязвим доступ и к внутренним сетям LTE с последующей атакой на серверы, базовые станции или другие устройства.

Злоумышленники могут подделывать данные устройств или украсть идентификаторы мобильных абонентов для несанкционированного доступа к сети.

Одной из основных угроз безопасности LTE-сетей является возможность перехвата данных. Хотя LTE использует шифрование для защиты передаваемой информации, существуют методы атак, которые позволяют злоумышленникам взломать шифрование и получить доступ к конфиденциальным данным, таким как пароли или личная информация.

Один из ключевых аспектов безопасности LTE – это аутентификация пользователей. При подключении к сети, мобильное устройство должно пройти процедуру аутентификации для проверки своей подлинности перед сетью. Аутентификация происходит на уровне Subscriber Identity Module (SIM), Universal Integrated Circuit Card (UICC) или EAP (Extensible Authentication Protocol) в устройстве.

Для защиты данных в LTE сетях также применяются различные протоколы шифрования, такие как Advanced Encryption Standard (AES). Атаки DoS с целью перегрузки сети или службы можно предотвратить механизмами контроля трафика и фильтрации данных.

В системе LTE возможны уязвимости, позволяющие злоумышленникам отслеживать трафик и получать информацию о целевых объектах, а также подменять отправляемые данные на устройствах и получать доступ к личной информации пользователей. Несмотря на

применение алгоритмов шифрования и обеспечения безопасности, основанных на технологии Snow 3G и стандарте AES, сети LTE остаются уязвимыми для продвинутой атак, поэтому постоянное обновление и улучшение мер безопасности становятся критически важными для обеспечения защиты данных пользователей и целостности сетей.

LTE-технологии продолжают развиваться, предлагая новые возможности и улучшения. Например, LTE-Advanced и LTE-Advanced Pro – это расширенные версии LTE стандарта, которые предлагают более расширенные возможности, такие как Carrier Aggregation и Coordinated Multipoint.

Таким образом, LTE-сети предоставляют широкие возможности для мобильной связи и доступа к интернету, но они также подвержены различным угрозам безопасности. Аутентификация пользователей, шифрование данных, защита от атак DoS и IMSI-перехвата, а также обновления безопасности – это лишь некоторые из мер безопасности, которые необходимо принимать для защиты LTE сетей.

Постоянное развитие технологий и угрозы безопасности требуют постоянного внимания и инвестиций в области безопасности сетей. Только совместными усилиями производителей оборудования, операторов сетей и пользователей можно обеспечить безопасное использование технологии LTE и защитить данные пользователей от возможных угроз.

\*\*\*

1. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. - М.: Риор, 2017. - 400 с.
2. Гатчин, Ю. А. Теория информационной безопасности и методология защиты информации / Ю. А. Гатчин, В. В. Сухостат, А. С. Куракин, Ю. В. Донецкая. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 100 с.
3. Иванцов А. М. Основы информационной безопасности. Курс лекций: учеб. пособие: [в 2 частях]. Часть 1/ А. М. Иванцов, В. Г. Козловский. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – 72 с.
4. Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах / ФСТЭК: офиц. сайт. – URL:<https://fstec.ru>

**Ковалев О.С.**

**Аспекты информационной безопасности**

*Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-538

#### **Аннотация**

Статья представляет обзор основных аспектов информационной безопасности в современном мире. Также в статье рассматриваются четыре основных уровня защиты информации и подробно анализируются в контексте современных угроз информационной безопасности. Статья также подчеркивает важность комплексного подхода к обеспечению безопасности информации.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, угрозы, вирусы, защита, информация, конфиденциальные данные, предотвращение, обнаружение, уровень защиты.

#### **Abstract**

The article provides an overview of the main aspects of information security in the modern world. The article also discusses the four main levels of information security and analyzes in detail in the context of modern threats to information security. The article also highlights the importance of an integrated approach to information security.

**Keywords:** information security, threats, viruses, protection, information, confidential data, prevention, detection, protection level.

В современном обществе информатизация становится все более массовой, сталкиваясь с растущим разнообразием угроз, таких как «взломов» банков, увеличение компьютерного пиратства и распространение вирусов. Именно поэтому возрастает необходимость защиты информации, а также обеспечения информационной безопасности и правовых основ использования новых информационных технологий в повседневной деятельности.

Информация стала одним из самых ценных активов для компаний и организаций. Утечка конфиденциальных данных может привести к серьезным финансовым потерям, ущербу репутации и юридическим проблемам. Кроме того, в мире, где цифровые технологии занимают важную роль в повседневной жизни, защита личной информации становится вопросом личной безопасности каждого человека. Но число компьютерных преступлений и злоупотреблений постоянно растет, а их масштабы становятся все более значительными.

Понятие информационной безопасности означает защиту информации от случайных или преднамеренных воздействий, которые могут причинить владельцам или пользователям ущерб.

Основная цель информационной безопасности – это защита и целостность информации, минимизация возможных разрушений, которые могут произойти в случае модификации или уничтожения данных. Важными аспектами практической информационной безопасности являются доступность информационных услуг, обеспечение целостности информации и соблюдение действующего законодательства.

Существуют четыре уровня защиты информации: предотвращение, обнаружение, ограничение и восстановление.

Первый и, возможно, наиболее важный уровень защиты информации – предотвращение. На этом этапе осуществляется контроль над доступом к информации и технологиям, гарантируя, что они будут доступны только для персонала, обладающего соответствующими полномочиями, включая в себя использование систем аутентификации, механизмов шифрования данных, а также строгие правила доступа и использования информации.

Следующим важным шагом является обнаружение нарушений безопасности. Даже при наличии мер предотвращения, нельзя исключить возможность проникновения или злоупотребления, поэтому на этом уровне используются специализированные системы контроля и анализа, которые позволяют обнаруживать подозрительную активность и аномалии в сети или в системе.

Даже если преступление или нарушение безопасности произошло, следующий уровень защиты – ограничение. Данный уровень минимизирует размер потерь и включает в себя принятие мер по ограничению распространения ущерба, изоляции зараженных систем или данных, и предотвращению дальнейшего распространения атаки.

Последний, но не менее важный уровень защиты – восстановление. Даже при наилучших усилиях по предотвращению и ограничению ущерба, иногда преступления все же происходят, тогда в этом случае важно разработать эффективные планы восстановления информации, например, регулярное создание резервных копий данных, разработку процедур восстановления системы.

Для борьбы с компьютерными преступлениями необходимо своевременно обнаруживать и предотвращать их совершение. Важно обращать внимание на различные признаки и способы совершения. Среди основных угроз информационной безопасности можно выделить основные, которые могут серьезно подорвать целостность и конфиденциальность информации:

1. Вирусы, черви и троянские программы – это вредоносные программы, способные разрушать данные, зашифровывать файлы или красть конфиденциальную информацию. Такие программы проникают в систему через зараженные файлы, вредоносные ссылки или электронную почту.
2. Фишинг и социальная инженерия – это методы манипуляции пользователей с целью получения их конфиденциальных данных (пароли, номера кредитных карт и т.п.).

3. ДDoC-атаки – это методы атаки на серверы и сети с целью перегрузки их ресурсов, приводящие к параличу работы информационных систем и недоступности серверов для законных пользователей.
4. Кибершпионаж и киберпреступления – это использование информационных технологий для незаконного получения конфиденциальной информации, шпионажа, кражи интеллектуальной собственности или совершения финансовых преступлений, обычно направленные как на государственные, так и на коммерческие организации.
5. Утечки данных – это несанкционированное раскрытие информации, часто из-за недостатков в системах защиты данных или неправильных действий сотрудников, приводящее к серьезным последствиям, таким как нарушение законодательства о конфиденциальности и утрата доверия со стороны клиентов и партнеров.

Все эти угрозы требуют комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности, включая регулярное обновление программного обеспечения, установку антивирусных программ, применение механизмов шифрования данных и регулярное аудиторское сопровождение систем безопасности. Только так можно эффективно защитить информацию от различных угроз и обеспечить надежную работу информационных систем.

Меры защиты информации могут включать административные документы, аппаратные устройства и специальные программы, которые направлены на предотвращение преступлений и ограничение ущерба в случае их совершения. Стратегии защиты информации могут быть встроены непосредственно в компьютерные системы или программное обеспечение, а также могут быть реализованы путем обучения пользователей и соблюдения соответствующих правил и инструкций.

Для этого необходимо постоянно совершенствовать системы контроля и анализа информационных потоков, а также улучшать методы обнаружения несанкционированных доступов и аномального поведения пользователей. Использование специализированных программных и аппаратных средств, таких как системы обнаружения вторжений (IDS) и системы защиты от вторжений (IPS), позволяет эффективно выявлять и предотвращать атаки на информационные системы.

Регулярное анализирование уязвимостей и улучшение систем защиты позволяют минимизировать риски и обеспечивать надежную защиту информации в современном информационном пространстве.

Таким образом, эффективная борьба с компьютерными преступлениями требует комплексного подхода, включающего в себя как технические, так и организационные меры, а также активное взаимодействие всех заинтересованных сторон. Непрерывное совершенствование систем защиты информации и повышение уровня осведомленности сотрудников играют ключевую роль в обеспечении информационной безопасности в современном цифровом мире.

\*\*\*

1. Информационная безопасность: современные реалии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-bezopasnost-sovremennye-realii/>
2. Информационная безопасность [Электронный ресурс] // Информационная безопасность. Защита информации. Режим доступа: <http://all-ib.ru/>
3. Хорев А.А. Угрозы безопасности информации // журнал «Специальная Техника» №1, 2010 год
4. Лободина, А. С. Информационная безопасность / А. С. Лободина, В. В. Ермолаева. — Текст: непосредственный / Молодой ученый. — 2017. — № 17 (151). — С. 17–20. — URL: <https://moluch.ru/archive/151/42898/>

**Ковалев О.С.****Информационная безопасность в мире Java***Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-539

**Аннотация**

Статья представляет обзор языка программирования Java, начиная с его истории и особенностей, и заканчивая широким спектром его применения в современном мире разработки. Обсуждаются методы защиты от распространенных угроз и подчеркивается важность соблюдения передовых практик информационной безопасности при разработке приложений.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, язык программирования Java, защита, угрозы, код, виртуальная машина, программное обеспечение.

**Abstract**

The article provides an overview of the Java programming language, starting with its history and features, and ending with a wide range of its applications in the modern world of development. The methods of protection against common threats are discussed and the importance of following best information security practices in application development is emphasized.

**Keywords:** information security, Java programming language, protection, threats, code, virtual machine, software.

Язык программирования Java стал одним из наиболее популярных инструментов для создания различных приложений, что делает его более уязвимым в сфере информационной безопасности. Но популярность данного языка продиктована не только простотой и эффективностью разработки веб-приложений, но и его безопасностью.

Язык Java был разработан в 1991 году Джеймсом Гослингом и его командой в Sun Microsystems. Идея заключалась в создании языка программирования, который был бы простым, портативным и мощным, и который мог бы быть использован в различных областях разработки программного обеспечения (далее – ПО).

Первая версия Java была выпущена в 23 мая 1995 году под названием Java 1.0. Вторая версия была выпущена 19 февраля 1997 года – JDK 1.1. С тех пор было выпущено множество версий, включая Java SE, JavaFX и Java ME (Micro Edition) для мобильных приложений.

В 2009 году Sun Microsystems была приобретена компанией Oracle Corporation, которая с тех пор продолжает развивать и поддерживать язык Java, который имеет ряд особенностей:

1. Компилирование в байт-код, который может быть выполнен на любой платформе, поддерживающей виртуальную машину Java (JVM);
2. Легкость в освоении языковых инструментов;
3. Не зависимость от конкретной архитектуры компьютера или типа операционной системы;
4. Имеет встроенные механизмы безопасности, такие как проверка типов во время компиляции, среда выполнения с отключенным доступом к системным ресурсам и механизмы безопасности виртуальной машины Java;
5. Встроенная поддержка многопоточного программирования;
6. Обширная стандартная библиотека, которая включает в себя классы и методы для решения широкого спектра задач (работа с сетью и базами данных, обработка текста и графики и т.д.);
7. Оптимизация для машинного кода, преобразованного в определенную компьютерную архитектуру;

8. Содержит данные для проверки разрешений и разрешают доступ к объектам во время выполнения, что позволяет безопасно и эффективно выполнять динамическую компоновку кода.

Главной особенностью языка Java является то, что компилятор Java выдает не машинный код, а так называемый байт-код – набор инструкций по оптимизации, интерпретируемых в среде виртуальной машины Java (Java Virtual Machine-JVM). Преобразование Java-программ в байт-код значительно упрощает их выполнение на различных аппаратных и программных платформах, поскольку в каждой среде должна быть реализована только одна виртуальная машина. Организация выполнения байт-кода, во-первых, позволяет создавать действительно переносимые программы, а во-вторых, помогает повысить безопасность выполнения программ. Виртуальная машина, управляющая выполнением программы, позволяет изолировать программу и предотвратить побочные эффекты, когда она выполняется вне этой среды выполнения.

Язык Java реализует строгий контроль типов, автоматическую сборку мусора и проверку за пределами границ массива. Чтобы повысить производительность, виртуальная машина Java включает в себя компилятор динамического байт-кода (JIT-компилятор). Когда это работает, фрагменты байт-кода, компиляция которых принесет пользу, переводятся в машинный код в режиме реального времени. Благодаря динамической компиляции байт-кода сохраняются функции переносимости и безопасности, поскольку виртуальная машина Java по-прежнему отвечает за целостность среды выполнения.

Платформа Java включает в себя набор API, которые охватывают основные аспекты информационной безопасности, особенно криптографию, архитектуру открытых ключей, аутентификацию и контроль доступа. Службы безопасности реализуются через провайдеров, которые интегрированы в платформу Java через стандартные интерфейсы.

Язык Java в клиент-серверной архитектуре может использоваться не только для пользовательских браузеров, но и для веб-серверов, где сервлеты могут использоваться для создания динамически генерируемого контента сайта. Сервлет – это небольшое Java-приложение, которое расширяет функциональность сервера. Как и все Java-программы, сервлеты компилируются в байт-код, и если на сервере имеется виртуальная машина Java, их можно использовать в различных аппаратных и программных средах.

Для создания ПО на языке Java используется набор для разработки приложений JDK, распространяемый Oracle бесплатно. Инструментарий включает в себя компилятор Java, стандартные библиотеки классов Java, различные утилиты и среду выполнения Java (JRE), которая включает в себя виртуальную машину Java.

Интегрированная среда разработки IDE не включена в JDK. Для разработки приложений на Java, C++, HTML, PHP, JavaScript, Python и многих других языках можно использовать бесплатную интегрированную среду разработки приложений NetBeans IDE8.2. Проект NetBeans IDE поддерживается и спонсируется Oracle, но принадлежит Фонду свободного программного обеспечения и имеет лицензию на совместную разработку. Для компиляции Java-программ в среде IDE NetBeans необходимо предварительно установить JDK.

Одним из ключевых преимуществ Java является автоматическое управление памятью с помощью механизма сборки мусора, но все же, неправильное использование ссылок и объектов может привести к утечкам памяти и другим проблемам безопасности. Для предотвращения утечек необходимо следить за использованием ресурсов, таких как файлы, сетевые соединения и базы данных, и освобождать их после использования.

В Java неправильно обработанные «исключения» могут привести к уязвимостям, таким как утечка конфиденциальной информации или отказ в обслуживании (DoS). Рекомендуется использовать стратегии обработки исключений, которые минимизируют раскрытие информации об ошибках и предотвращают некорректное завершение работы приложения.

Одним из наиболее распространенных методов атак на приложения является внедрение вредоносного кода через ввод данных пользователя. В Java для защиты от таких атак

рекомендуется использовать средства фильтрации и валидации ввода данных, такие как регулярные выражения и библиотеки для работы с безопасными типами данных.

Обеспечение правильной аутентификации и авторизации пользователей в Java создается различными методами, такие как базы данных с хэшированными паролями, механизмы аутентификации на основе токенов или протокол OAuth.

Информационная безопасность при разработке приложений на языке Java создается сложным и многоаспектным процессом, требующим внимания к различным аспектам, таким как управление памятью, обработка исключений, защита от атак, аутентификация и авторизация, шифрование данных и обновление безопасности. Следуя передовым практикам и используя соответствующие инструменты и библиотеки, разработчики могут создавать безопасные и надежные приложения на языке Java.

\*\*\*

1. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. - М.: Риор, 2017. - 400 с.
2. Гарнаев, А. Web-программирование на Java и JavaScript / А. Гарнаев. - СПб.: BHV, 2005. - 1040 с.
3. Машнин, Т.С. Web-сервисы Java. Профессиональное программирование / Т.С. Машнин. - СПб.: BHV, 2012. - 560 с.
4. Шаньгин, В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: Учебное пособие / В.Ф. Шаньгин. - М.: Форум, 2018. - 256 с.

**Кузьмин А.В.**

**Автоматизации процессов в агропромышленном комплексе**

*Поволжский государственный технологический университет  
(Россия, Йошкар-Ола)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-540

#### **Аннотация**

Автоматизация в мясной промышленности и животноводстве развивается неравномерно, с высоким уровнем автоматизации в животноводстве и значительной долей ручного труда в первичной обработке мяса. Процесс внедрения автоматизации требует от предприятий определения приоритетов и выбора подходящих технологий в зависимости от целей, в то время как агропромышленный комплекс сталкивается с вызовами, такими как нехватка квалифицированных специалистов и необходимость государственной поддержки.

**Ключевые слова:** автоматизация, мясная промышленность, технологическое обновление, первичная обработка мяса, инновационные решения, государственная поддержка, квалификация специалистов, сельскохозяйственные технологии, эффективность производства.

#### **Abstract**

Automation in the meat industry and livestock farming is developing unevenly, with a high level of automation in livestock farming and a significant amount of manual labor in primary meat processing. The implementation process of automation requires companies to define priorities and choose the appropriate technologies depending on their goals, while the agro-industrial complex faces challenges such as a shortage of qualified specialists and the need for government support.

**Keywords:** automation, meat industry, technological update, primary meat processing, innovative solutions, government support, specialist qualification, agricultural technologies, production efficiency.

На текущем этапе, процесс автоматизации активно затрагивает различные аспекты мясной промышленности, однако его внедрение происходит неравномерно. Некоторые операции, такие как первичная обработка мяса, ещё предполагают значительную долю ручного труда, поскольку местные технологии ещё не могут полностью заменить квалификацию специалистов. В отличие от этого, в секторе животноводства наблюдается почти полная

автоматизация процессов, таких как регулирование микроклимата, удаление навоза, кормление и увлажнение. Благодаря современным технологиям, в животноводческих хозяйствах требуется минимальное количество рабочих, что положительно сказывается как на качестве, так и на себестоимости продукции.

При переходе к автоматизации, предприятия сталкиваются с рядом задач, среди которых основной является определение приоритетов. Необходимо чётко понимать, к каким именно результатам стремится компания, чтобы выбрать подходящее оборудование и технологии. В зависимости от целей, может потребоваться различное оборудование, например, для точных земельных работ используются GPS-технологии, а для ускорения первичной обработки мяса — совершенно иные системы. Агропромышленный комплекс и пищевая промышленность являются перспективными сферами для внедрения автоматизации, которая уже активно используется за рубежом и в России для контроля ирригации, выгула и кормления животных. Современные технологии, включая робототехнику и интенсивное садоводство, позволяют существенно сократить издержки и упростить управление данными.

Основные проблемы автоматизации в агропромышленном комплексе России включают нехватку квалифицированных специалистов для обслуживания современного оборудования, отсутствие развитого рынка аутсорсинговых услуг, что затрудняет сосредоточение на ключевых специалистах, и проблему финансирования. Для преодоления этих трудностей требуется государственная поддержка.

Отечественное оборудование для автоматизации либо отсутствует, либо уступает зарубежным аналогам по качеству. В то время как зарубежные производители предлагают технологии, позволяющие производить высококачественную продукцию, включая автоматизированную обработку и упаковку продуктов, в России существует потребность в разработке и внедрении собственных инновационных решений.

Возможности для применения оригинальных технологических решений существуют, но их реализация зависит от инициативы фермеров и компаний. Примером использования новых технологий может служить применение GPS и его российского аналога ГЛОНАСС в сельском хозяйстве, что изначально не было предназначено как основная функция, но стало полезным следствием их развития. Инновации могут найти неожиданное применение в уже знакомых процессах, что подчёркивает важность не просто слепого следования за последними технологическими трендами, но и творческого подхода к их использованию. [1]

Западное оборудование для автоматизации, несмотря на высокое качество, доминирует на рынке, что создаёт дополнительные сложности для отечественных производителей. Однако, автоматизация процессов, таких как разделение мяса птицы на части, позволяет максимально эффективно использовать каждый аспект продукта, увеличивая прибыльность производства. Важным аспектом является и способность оборудования выдерживать агрессивные условия производства, такие как перепады температур и необходимость регулярной очистки.

Автоматизация в агропромышленном комплексе России сталкивается с рядом вызовов, включая необходимость обновления технологической базы, обучения специалистов и привлечения инвестиций для модернизации. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включая государственную поддержку и развитие отечественного производства оборудования и технологий.

В то же время, автоматизация предлагает значительные возможности для повышения эффективности и качества производства в агропромышленном комплексе, что делает её ключевым направлением для развития отрасли. Разработка и внедрение новых технологий, адаптированных к условиям и потребностям отечественного сельского хозяйства, могут стать важным фактором его дальнейшего успеха.

Однако, для того чтобы полностью реализовать потенциал автоматизации, необходимо преодолеть не только технические и финансовые барьеры, но и изменить подход к управлению и организации труда на предприятиях. Автоматизация требует пересмотра традиционных рабочих процессов, внедрения новых методов обучения и повышения квалификации

сотрудников, а также разработки новых моделей бизнеса, способных адаптироваться к меняющимся условиям рынка и технологическому ландшафту.[2]

Не менее важным аспектом является интеграция информационных технологий и систем управления данными, которая позволяет повысить прозрачность и эффективность производственных процессов, а также обеспечить своевременное реагирование на изменения внешней среды и потребностей рынка. Создание единой информационной системы, объединяющей различные уровни производства, от сырьевой базы до конечного потребителя, способно значительно упростить логистику, сократить издержки и повысить конкурентоспособность продукции. Автоматизация в агропромышленном комплексе открывает новые возможности для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества продукции, однако требует комплексного подхода и активного участия всех заинтересованных сторон, предполагает глубокие изменения в организации производства, управлении кадрами и бизнес-процессах..

Важную роль в развитии автоматизации играет также государственная поддержка в виде субсидий, налоговых льгот, программ обучения и поддержки научно-исследовательских проектов, направленных на разработку и внедрение новых технологий. Сотрудничество между государством, научными институтами и частным бизнесом может способствовать созданию инновационной экосистемы, в которой будут разрабатываться и внедряться передовые технологии, способные удовлетворить потребности отечественного агропромышленного комплекса.

\*\*\*

1. Ласточкин Д.М., Свечников В.Н. Рекультивация сельскохозяйственных земель с учетом биоэнергетики // В сборнике: Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики. материалы всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 150-летию Русского технического общества и приуроченной к 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы РФ Акимова А.П.. 2016. С. 146-153.
2. Кузьмин А.В. Повышение эффективности сушки урожая зерновых и кормовых культур // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №104, Декабрь 2023 (Часть 13) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023. С. 71-73.

**Кузьмин А.В.**

### **Автоматизация в сельском хозяйстве: преимущества и перспективы развития**

*Поволжский государственный технологический университет  
(Россия, Йошкар-Ола)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-541

#### **Аннотация**

Автоматизация в сельском хозяйстве играет ключевую роль в повышении производительности и устойчивом развитии, адаптируясь к вызовам, связанным с ростом населения, изменением климата и урбанизацией. Использование инновационных технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, способствует более эффективному использованию ресурсов, снижению отходов и повышению качества продукции.

**Ключевые слова:** автоматизация сельского хозяйства, искусственный интеллект, машинное обучение, устойчивое развитие, повышение производительности.

#### **Abstract**

Automation in agriculture plays a pivotal role in enhancing productivity and fostering sustainable development, adapting to challenges associated with population growth, climate change, and urbanization. The deployment of innovative technologies such as artificial intelligence and machine learning contributes to more efficient resource use, waste reduction, and improved product quality.

**Keywords:** agricultural automation, artificial intelligence, machine learning, sustainable development, productivity enhancement.

Растущий спрос на продовольственные ресурсы, обусловленный непрерывно увеличивающимся населением, сделал рост производительности сельского хозяйства важным приоритетом. Давление на доступность рабочей силы, вызванное демографическими изменениями стареющего населения, увеличивающейся урбанизацией, изменением климата и деградацией земель, а также определенные ограничения в отношении доступности пахотных земель медленно, но верно продвигают использование передовых сельскохозяйственных технологий. Внедрение таких технологий в сельскохозяйственное производство способствует повышению общей производительности и, в свою очередь, поддерживает экономическое развитие и рост. Кроме того, автоматизация в сельском хозяйстве призвана помочь улучшить трудные условия работы фермеров и сельскохозяйственных рабочих, которые обычно связаны с различными заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Применение автоматизированных решений для мониторинга культур и уборки урожая считается имеющим значительное благоприятное влияние на производственную прибыль, позволяя быстрее и легче автоматизировать уборку урожая и повышать качество и урожайность культур. Таким образом, разработка автоматизированных технологий и их применение в сельском хозяйстве становится растущим предметом интереса и рассмотрения с увеличивающимся количеством исследовательских работ, отмечаемых в последние десятилетия. Это входит в общую тенденцию в сельском хозяйстве, которая терминологически определяется как точное земледелие или сельское хозяйство с сокращенным углеродным следом.

Автоматизированная уборка урожая, например фруктов или овощей, оказывает значительное влияние на продуктивность сельского хозяйства, причем задача рассматривается и изучается еще с начала 1960-х годов. Существует два основных концепта автоматизированной уборки урожая роботами: массовый и селективный. Массовый концепт предполагает уборку всех плодов без исключения, обычно используя методы, такие как встряхивание стволов или ветвей деревьев. Однако массовые методы несут в себе риск повреждения урожая. С развитием новых технологий и возможностей, которые они предоставляют, в последние годы в основном принят селективный концепт. При селективной уборке урожая автоматизированная система сначала определяет цели для сбора (например, зрелые фрукты, обнаруженные с помощью системы сенсоров/видения), а затем собирает их. Эта задача обычно включает сканирование всей культуры в саду или теплице или ее части, определение и локализацию целей, обрезку/сбор их и помещение в единицу хранения (например, в ящик).[1]

Существует множество интегрированных автоматизированных решений, предложенных для этой цели. Репрезентативные автоматизированные системы обычно состоят из: (а) движущейся платформы/транспортного средства, на котором располагается автоматизированный манипулятор, отвечающий за приближение к целевым фруктам/овощам, захват и обрезку их, а затем размещение на ящике; (б) системы видения для сканирования урожая, идентификации целей, обнаружения и локализации; (в) специально разработанное автоматизированное захватывающее устройство для лучшего облегчения захвата и сбора целей.[2]

В настоящее время используется несколько автоматизированных систем для сбора яблок. Поскольку яблоки имеют довольно стандартную круглую форму и твердую природу, их обычно легко собирать без значительного повреждения плодов. В последнее десятилетие были найдены различные автоматизированные решения для клубники, сообщающие о хорошей производительности. Для ускорения времени цикла сбора урожая робота изучалась возможность одновременной работы нескольких манипуляторов. Важна разработка и адаптация новых систем высокопроизводительного культивирования, модифицирующая культуру и ее окружение для лучшей адаптации к автоматизированной уборке урожая. Для случая с огурцами рассматривается система высоких опор. Такие специально разработанные

системы культивирования могут еще больше облегчить автоматизацию в сельском хозяйстве, делая автоматизированный сбор урожая более легким и быстрым. Помимо фруктов, в качестве целей для автоматизированных уборочных машин также рассматривались овощи. [3]

Такое внимание к автоматизации в сельском хозяйстве отражает не только стремление увеличить производственную эффективность и сократить трудовые издержки, но и подчеркивает важность инноваций в области устойчивого развития. Автоматизированные системы, способные точно определять сроки и объемы уборки урожая, позволяют снизить количество отходов и повысить качество продукции, обеспечивая более эффективное использование ресурсов. Такой подход способствует снижению углеродного следа аграрного сектора и укреплению его экологической устойчивости.

Возможности для применения оригинальных технологических решений существуют, но их реализация зависит от инициативы фермеров и компаний. Примером использования новых технологий может служить применение GPS и его российского аналога ГЛОНАСС в сельском хозяйстве, что изначально не было предназначено как основная функция, но стало полезным следствием их развития. Инновации могут найти неожиданное применение в уже знакомых процессах, что подчеркивает важность не просто слепого следования за последними технологическими трендами, но и творческого подхода к их использованию.

Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в автоматизированных сельскохозяйственных системах открывает новые перспективы для дальнейшего развития этой отрасли. Алгоритмы глубокого обучения позволяют повышать точность определения созревания плодов и овощей, а также улучшать способность роботизированных систем к навигации в сложных условиях поля. Кроме того, интеграция дронов для мониторинга состояния посевов и точного определения нужд растений в воде, удобрениях или защите от вредителей и болезней становится все более распространенной.

\*\*\*

1. 12 революционных роботов в сельском хозяйстве. URL: <https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/12-revoljucionnyh-robotov-v-sel-skom-hozjajstve?ysclid=lu3ro8j7li246119440> (дата обращения 23.03.2024).
2. Кузьмин А.В. Повышение эффективности сушки урожая зерновых и кормовых культур // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №104, Декабрь 2023 (Часть 13) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023. С. 71-73.
3. Будущее наступило: рой дронов с ИИ собирает спелые яблоки с помощью присосок. URL: <https://3dnews.ru/1089519/iskusstvenniy-intellekt-nauchili-sobirat-spelie-yabloki-roem-dronov-na-privyazi?ysclid=lu3rmnaohe714118132> (дата обращения 23.03.2024).

**Кузьмин А.В.**

**Повышение эффективности мониторинга экологической безопасности  
сельскохозяйственного производства**

*Поволжский государственный технологический университет  
(Россия, Йошкар-Ола)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-542

**Аннотация**

Статья обсуждает вызовы, стоящие перед сельскохозяйственным производством из-за необходимости обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития. Освещается роль интеграции облачных вычислений, искусственного интеллекта и анализа больших данных в повышении эффективности и минимизации экологических рисков в аграрной сфере. Подчеркивается важность комплексного подхода к управлению и оптимизации производственных процессов для достижения баланса между повышением производительности и сохранением экологического благополучия.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, сельскохозяйственное производство, устойчивое развитие, облачные вычисления, искусственный интеллект, анализ больших данных, оптимизация производственных процессов.

**Abstract**

The article discusses the challenges facing agricultural production due to the need to ensure ecological safety and sustainable development. It highlights the role of integrating cloud computing, artificial intelligence, and big data analysis in enhancing efficiency and minimizing environmental risks in the agricultural sector. The importance of a comprehensive approach to managing and optimizing production processes to achieve a balance between increasing productivity and preserving ecological well-being is emphasized.

**Keywords:** ecological safety, agricultural production, sustainable development, cloud computing, artificial intelligence, big data analysis, optimization of production processes.

Падение качества условий для аграрного производства негативно сказывается на жизнеспособности и развитии сельскохозяйственных культур. Производственная среда в аграрном секторе подвержена воздействию как природных, так и антропогенных факторов, и в зависимости от различных временных и пространственных условий могут возникать разнообразные проблемы. В настоящее время перед аграрным сектором стоят серьезные экологические задачи, связанные с загрязнением окружающей среды и ее разрушением, что делает контроль за безопасностью производственных процессов чрезвычайно важным.

Применение традиционных методов мониторинга, которые подразумевают ручной контроль, ограничено мелкомасштабными проверками и не подходит для широкомасштабного анализа в аграрной сфере, особенно в условиях присутствия опасных газов. Продолжение использования таких методов ведет к увеличению затрат и трудозатрат. В ответ на эти вызовы были разработаны новые технические средства мониторинга. Применение современных коммуникационных технологий и интеграция искусственного интеллекта и обширных баз данных позволяют эффективно снизить расходы на поддержание экологически безопасной среды и увеличить доходы от землепользования, способствуя экологически устойчивому развитию.

Среди основных экологических вызовов, стоящих перед аграрным сектором, можно выделить загрязнение пестицидами, удобрениями, почвы, воздуха и воды. Злоупотребление пестицидами приводит к устойчивости сельскохозяйственных культур и превышению допустимых норм остатков в продукции, что негативно влияет на качество и безопасность продукции. А чрезмерное использование химических удобрений способствует накоплению нитратов в почве, усугубляя экологические проблемы в аграрной среде. Со временем это приводит к ухудшению качества почвы и снижению её плодородия, тем самым создавая условия для возникновения замкнутого цикла усиления использования удобрений с целью поддержания урожайности земель, что ведет к дальнейшему загрязнению и деградации почвы.[1]

Использование пестицидов и химических удобрений без научного подхода и контроля приводит к значительному загрязнению сельскохозяйственной продукции и окружающей среды вредными веществами, что делает вопрос обеспечения качества продукции и создания благоприятной почвенной среды крайне актуален. При этом разнообразные причины загрязнения почвы требуют комплексного подхода к решению проблемы с целью обеспечения здоровой окружающей среды и безопасного производства аграрной продукции.

Загрязнение воздуха также играет значительную роль в ухудшении условий сельскохозяйственного производства. Выбросы вредных газов, в том числе от сжигания соломы, приводят к загрязнению атмосферы, что, в свою очередь, негативно сказывается на качестве почвы и сельскохозяйственных культур. Проблемы, связанные с загрязнением воды, усугубляются избыточным использованием азотных удобрений, способствующих эвтрофикации водоемов и ухудшению качества воды, что влияет на всю экосистему.

Система мониторинга безопасности сельскохозяйственного производства, основанная на технологиях больших данных и облачных вычислений, открывает новые перспективы для повышения эффективности и безопасности аграрного производства. Благодаря сбору и анализу

обширных массивов данных в реальном времени, такая система позволяет аграриям получать актуальную информацию, необходимую для оптимизации ресурсов и увеличения урожайности, минимизируя при этом экологические риски.

Интеграция облачных вычислений и искусственного интеллекта с методами мониторинга позволяет не только значительно улучшить точность и своевременность анализа данных, но и выявлять потенциальные проблемы и аномалии, которые могут быть неочевидны при традиционных подходах к мониторингу. Это дает возможность предпринимать профилактические меры до возникновения критических ситуаций, обеспечивая таким образом более устойчивое и безопасное сельскохозяйственное производство.

В условиях развития облачных технологий, методов оптимизации на основе искусственного интеллекта и расширения возможностей сетей для обмена большими объемами данных, возникают новые требования к качеству и безопасности мониторинга аграрной среды. Это требует от аграрной отрасли не только применения научных подходов к использованию химических средств защиты растений и удобрений, но и строгого контроля за их использованием для минимизации вредного воздействия на окружающую среду и обеспечения безопасности агропродукции.

Проблема необоснованного и чрезмерного применения пестицидов и удобрений требует особого внимания, так как неконтролируемое использование этих веществ может привести к серьезному загрязнению среды и снижению качества агропродукции. Поэтому важно внедрять эффективные меры по охране окружающей среды и контролю за сельскохозяйственными процессами, обеспечивая при этом соответствие производственных операций стандартам безопасности и устойчивого развития.

Современные инвестиции в агропромышленный комплекс, включая использование химических удобрений и пестицидов, оказывают значительное влияние на аграрное производство и требуют комплексного подхода к управлению и оптимизации производственных процессов. Это подразумевает не только применение передовых технологий для мониторинга и анализа данных, но и разработку эффективных стратегий управления, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и повышение эффективности использования ресурсов.

Контроль за использованием пестицидов и удобрений, рациональное планирование агротехнических мероприятий, а также своевременное обнаружение и устранение потенциальных угроз безопасности являются ключевыми аспектами в обеспечении экологической устойчивости и безопасности сельскохозяйственного производства. В этом контексте использование современных технологий и подходов, основанных на облачных вычислениях, искусственном интеллекте и анализе больших данных, открывает новые возможности для оптимизации аграрных процессов, улучшения качества и безопасности агропродукции, а также снижения воздействия сельского хозяйства на окружающую среду.

Интеграция передовых технологий и инновационных подходов в агропромышленный комплекс предоставляет сельскохозяйственным производителям и ученым мощный инструмент для устойчивого развития и повышения продуктивности, при одновременном снижении негативного влияния на окружающую среду. Осознание важности устойчивого развития и экологической безопасности приводит к разработке и реализации комплексных программ, направленных на оптимизацию использования природных ресурсов, сохранение биоразнообразия и защиту экосистем.

Развитие систем мониторинга на основе облачных вычислений и искусственного интеллекта позволяет не только проводить детальный анализ состояния сельскохозяйственных угодий, водных и воздушных ресурсов, но и предсказывать возможные изменения, своевременно корректируя агротехнические и производственные процессы. Это обеспечивает высокий уровень прозрачности и контроля за сельскохозяйственным производством, повышая его эффективность и экологическую безопасность.

Внедрение инноваций и технологических решений в аграрный сектор требует активного сотрудничества между государством, научными организациями, производителями и

потребителями. Разработка стандартов и нормативов, регулирующих применение современных технологий и обеспечивающих безопасность агропродукции, становится приоритетной задачей для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства.[2]

Обучение и повышение квалификации аграриев в области применения новейших технологий, управления экологическими рисками и использования инновационных методов в агропромышленном производстве являются ключевыми аспектами успешной интеграции и реализации передовых исследований и разработок в практику сельскохозяйственного производства.

Также важно отметить роль цифровизации и автоматизации агропромышленного сектора в увеличении его прозрачности и доступности для потребителей. Использование цифровых платформ и мобильных приложений для отслеживания происхождения агропродукции, информации о методах ее выращивания и обработки позволяет потребителям сознательно выбирать продукты, произведенные с учетом стандартов экологической безопасности и устойчивого развития.

Интеграция облачных вычислений, искусственного интеллекта и больших данных в сельскохозяйственное производство открывает новые горизонты для достижения баланса между увеличением производительности и сохранением экологического благополучия. Это направление развития позволяет не только максимизировать урожайность и качество агропродукции, но и обеспечивает долгосрочную устойчивость аграрного сектора, минимизируя воздействие на природные ресурсы и экосистемы.

Переход к умному сельскому хозяйству, основанному на данных и аналитике, предоставляет возможность для прогнозирования и управления агропроизводственными процессами на основе точных и актуальных данных. Это позволяет адаптироваться к изменениям климата, оптимизировать использование водных и земельных ресурсов, а также снизить использование химических веществ путем точного их дозирования.

Интеллектуальные системы мониторинга и управления, интегрированные в сельскохозяйственное оборудование и инфраструктуру, способствуют автоматизации процессов, улучшению условий труда фермеров и снижению физического воздействия на почву и растения. Такие системы включают в себя дроны для обработки полей, автоматизированные системы посева и сбора урожая, а также интеллектуальные системы ирригации, позволяющие экономить водные ресурсы и предотвращать их излишнее использование.

Значительную роль в развитии устойчивого сельского хозяйства играет также сфера образования и научных исследований. Инвестиции в образовательные программы для аграриев, направленные на изучение принципов устойчивого развития, экологического земледелия и использования инновационных технологий, являются ключевым фактором в подготовке квалифицированных специалистов, способных внедрять и развивать новые подходы в агропромышленном производстве.

Сотрудничество между государством, частным сектором и научным сообществом в разработке и реализации стратегий по устойчивому развитию сельского хозяйства позволяет обеспечить комплексный подход к решению экологических, социальных и экономических задач. Создание стимулов для внедрения экологически чистых технологий и практик, разработка программ поддержки и финансирования инновационных проектов в аграрном секторе являются важными шагами на пути к достижению целей устойчивого развития.

В целом, технологическое развитие и инновации открывают новые перспективы для сельского хозяйства, позволяя не только повысить его эффективность и производительность, но и сделать его более устойчивым и экологически безопасным. Развитие умного сельского хозяйства, основанного на принципах устойчивости и интеграции современных технологий, становится ключевым фактором в обеспечении продовольственной безопасности и экологического благополучия на глобальном уровне. Учитывая растущее население планеты и ограниченные природные ресурсы, становится очевидным, что традиционные подходы к

сельскому хозяйству требуют переосмысления и адаптации к новым экологическим, экономическим и социальным реалиям.

Применение интегрированных систем управления агропромышленным комплексом на основе цифровых технологий и данных позволяет не только оптимизировать процессы на каждом этапе производства, но и вести непрерывный мониторинг состояния окружающей среды, здоровья растений и животных. Это, в свою очередь, способствует более рациональному использованию ресурсов, снижению потерь и отходов на всех этапах цепочки поставок, а также повышению качества и безопасности агропродукции.

Одним из ключевых направлений в развитии устойчивого сельского хозяйства является переход на биоэкономику, которая включает использование возобновляемых биологических ресурсов и биологических процессов для производства продуктов питания, материалов и энергии. Это не только способствует снижению зависимости от ископаемых ресурсов и сокращению выбросов парниковых газов, но и открывает новые возможности для агропромышленного комплекса, стимулируя инновации и создание новых рабочих мест.

Социальная составляющая устойчивого развития сельского хозяйства также заслуживает особого внимания. Вовлечение местных сообществ в процессы принятия решений, поддержка малых и семейных хозяйств, обеспечение равного доступа к ресурсам и рынкам являются важными элементами в построении справедливой и инклюзивной системы агропромышленного производства. Это не только способствует экономическому развитию регионов, но и укрепляет социальную устойчивость, снижая миграцию с сельских территорий и улучшая качество жизни сельского населения.

Будущее сельского хозяйства неразрывно связано с интеграцией инноваций, устойчивого развития и социальной ответственности. Развитие и внедрение новых технологий, основанных на принципах экологической безопасности и эффективности, в комбинации с поддержкой образовательных инициатив и научных исследований, создает основу для построения продуктивного, устойчивого и справедливого сельскохозяйственного производства. Такой подход не только обеспечивает продовольственную безопасность и защиту природных ресурсов.

\*\*\*

1. Ласточкин Д.М., Свечников В.Н. Рекультивация сельскохозяйственных земель с учетом биоэнергетики // В сборнике: Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики. материалы всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 150-летию Русского технического общества и приуроченной к 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы РФ Акимов А.П.. 2016. С. 146-153.
2. Кузьмин А.В. Повышение эффективности сушки урожая зерновых и кормовых культур // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №104, Декабрь 2023 (Часть 13) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023. С. 71-73.

**Кучерявая Д.Д.**

**Автоматизация и безопасность в системах водоснабжения домов**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-543

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает особенности автоматизации систем водоснабжения в домах, обсуждая современные методы управления оптимизации систем водоснабжения, направленные на повышение эффективности, энергосбережение, безопасность и экологическую устойчивость.

**Ключевые слова:** управление системами водоснабжения, автоматизация, энергосбережение, безопасность

**Abstract**

This article examines the features of automation of water supply systems in homes, discussing modern management methods for optimizing water supply systems aimed at improving efficiency, energy conservation, safety and environmental sustainability.

**Keywords:** water supply system management, automation, energy saving, safety

Одной из важных систем, где автоматизация имеет особое значение, является система водоснабжения многоквартирных домов, обеспечивающая жильцов необходимой водой для бытовых нужд. В многоквартирных домах системы водоснабжения подвержены большому количеству переменных, таких как изменения потребления воды жильцами, возможные утечки, а также технические неполадки, поэтому для эффективного управления такими системами необходимы современные методы автоматизации контроля и управления.

Важнейшим структурным элементом системы водоснабжения является комплекс различных инженерных сооружений, которые предполагают мероприятия, направленные на удовлетворение потребностей жителей. Водоснабжение – это совокупность всех этих мер, и его целью и результатом является полное удовлетворение потребностей всех людей в водных ресурсах. Речь идет о большом количестве воды, проходящей через сложную сеть водоснабжения, поэтому установка счетчиков с функцией удаленного мониторинга позволяет оперативно отслеживать потребление воды в каждой квартире, позволяя выявлять утечки и необычные потребления, а также оптимизировать расход воды. Также использование централизованных систем управления позволяет оперативно реагировать на изменения в системе водоснабжения. Операторы могут контролировать состояние системы, регулировать давление воды, а также проводить техническое обслуживание удаленно.

Использование насосов с переменной скоростью вращения позволяет оптимизировать энергопотребление в зависимости от текущего спроса на воду. Или же установка систем рециркуляции воды позволяет повторно использовать часть отработанной воды, что снижает потребление пресной воды и сокращает нагрузку на водные ресурсы.

Наиболее важным вопросом является гигиена системы водоснабжения – то есть все параметры жидкости, заполняющей водопроводную трубу, соответствуют всем необходимым показателям и стандартам, утвержденным на законодательном уровне. Поэтому страны, представленные регулирующими органами, защищают своих граждан от опасных заболеваний, распространяемых нежелательными микроорганизмами, которые могут проникать в воду из окружающей среды и жить в воде длительное время, поддерживая ее активность и жизнеспособность и перемещаясь вместе с ней. Поэтому эксперты постоянно следят за качеством воды в конкретных водных источниках, ищут новые источники воды и защищают существующие источники воды от возможных биологических угроз.

Качество очистки воды также очень важно для уровня жизни людей, живущих где угодно, независимо от их географического положения (хотя в определенном районе есть «чистые природные источники»), для дополнительной очистки воды все равно следует использовать соответствующее оборудование и профессиональный контроль). Доставка воды конечным потребителям осуществляется по водопроводным трубам, которые вместе образуют сложную транспортную систему (обычно управляемую автоматически). Если рассматривать с финансовой точки зрения, то при финансировании всей системы водоснабжения более половины бюджета используется только на водоснабжение. Ведь от организационного качества зависит работа всей системы (соблюдение правил монтажа трубопроводов, подбор материалов для изготовления и т.д.) Зависит от качества воды.

Установка современных систем фильтрации и очистки воды помогает обеспечить высокое качество воды, а также защитить систему от загрязнений и прочих негативных воздействий.

Систему водоснабжения можно классифицировать в зависимости от ее расположения - разделить на внешнюю (распределительную и магистральную) и внутреннюю. Водопроводная труба характеризуется своей большой длиной, довольно сложной конструкцией и изобилует

дополнительными переключками и другими механизмами, предназначенными для устранения возможных аварийных ситуаций. Распределительные капилляры обычно прокладываются на небольших объектах, и объем транзита невелик. Поэтому также важна интеграция автоматических систем пожаротушения в систему водоснабжения, обеспечивающая быструю реакцию на пожарные угрозы и минимизирует риски пожаров в жилых комплексах.

Установка резервных и автономных систем обеспечивает непрерывное водоснабжение в случае аварийных ситуаций или отключений энергии, что повышает надежность системы и обеспечивает комфорт для жильцов.

Конструктивные элементы водопроводной сети должны быть взаимозаменяемыми (то есть они могут брать на себя часть функций смежных частей), чтобы в случае выхода из строя какой-либо конструктивной группы не пострадала вся сеть. В случае, когда положительная динамика нагрузки может привести к дисбалансу в системе водоснабжения, автоматическое управление сводит к минимуму вероятность такого результата. Независимо от того, как изменяются показатели (быстро или медленно), компьютер анализирует все данные быстрее человека и делает необходимые выводы, используя эти выводы в дальнейшей работе по устранению уже возникших угроз.

Необходимо учитывать содержание, содержащееся в центральном круге автоматизированных задач этой системы:

- Удовлетворять потребности населения в бытовом и техническом водопользовании;
- Финансовая оптимизация системы водоснабжения;
- Обеспечивать бесперебойную работу.

Важным элементом организации автоматизации сетей водоснабжения является диспетчерский узел, который объединяет информационный поток, программные процессы и различные функции управления и обеспечивает их правильную взаимосвязь и прогресс на основе сбора и анализа данных.

Процесс управления в области водоснабжения имеет различную степень автоматизации - от полностью автоматических моделей до удаленных моделей (то есть требуется регулярное ручное вмешательство). Удаленная модель может называться дистанционным управлением и может взаимодействовать с системами командной, аварийной, предупредительной и управляющей сигнализации, а также с дистанционными измерениями. Современные системы водоснабжения обычно оснащены автоматическим управлением. В то же время можно выделить различные уровни автоматического управления, которые влияют на весь рабочий процесс или его часть. Если автоматизация реализована частично, то она охватывает только один элемент схемы, и когда они выходят из строя, они не могут привести к сбою всей системы. Если все полностью автоматизировано, то здесь нет необходимости в ручной работе, поскольку современные программные комплексы могут обеспечить бесперебойную работу всех функций системы водоснабжения без вмешательства человека.

Комплексная автоматизация системы водоснабжения является отдельной, потому что здесь все ключевые процессы, происходящие в системе, находятся под автоматическим управлением, а это значит, что ей подчиняются все вспомогательные процессы, которые подчиняются ключевым процессам. Функции контроля и отладки возложены на присутствующих здесь людей. Другими словами, разница между этим механизмом управления и полной автоматизацией заключается в том, что режим работы оборудования здесь выбирают люди, а не машины.

Отказ системы автоматического управления часто происходит из-за несовершенства программного обеспечения, но все же, если привести его к общему знаменателю, автоматизация делает водоснабжение более надежным, менее трудоемким, а также оптимизирует бюджет.

Таким образом, система водоснабжения представляет собой сложное средство и механизм, который добавляет сложности и обеспечивает населенные пункты водными

ресурсами для бытовых и технических целей, поэтому автоматизация систем водоснабжения многоквартирных домов играют ключевую роль в обеспечении надежности, эффективности и экологической устойчивости таких систем. Интеграция современных технологий позволяет оптимизировать расход ресурсов, сокращать эксплуатационные расходы и обеспечивать безопасность и комфорт для жильцов.

\*\*\*

1. Топоркова О.М. Информационные технологии и системы. Учебное пособие.- Калининград: КГТУ, 2006. - 145 с.
2. Задков В.П., Пономарев Ю.В. Компьютер в эксперименте. Архитектура и программные средства систем автоматизации. - М.: Наука, 2002. -376с.

**Ларин В.А.**

## **Цифровое строительство: Роль технологии Building Information Modeling**

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

doi: 10.18411/trnio-04-2024-544

### **Аннотация**

В статье рассматривается как цифровое строительство трансформирует отрасль и какие преимущества оно приносит. Также статья рассматривает роль цифрового строительства с фокусом на технологию Building Information Modeling (BIM).

**Ключевые слова:** цифровое строительство, BIM, инновации, проектирование, строительство, технологии, автоматизация, эффективность, устойчивость.

### **Abstract**

The article examines how digital construction is transforming the industry and what benefits it brings. The article also examines the role of digital construction with a focus on Building Information Modeling (BIM) technology.

**Keywords:** digital construction, BIM, innovation, design, construction, technology, automation, efficiency, sustainability.

Цифровое строительство – это новый подход к проектированию, строительству и управлению зданиями и инфраструктурой, основанный на использовании передовых цифровых технологий.

Цифровое строительство начинается с инновационных подходов к проектированию сооружений и инфраструктур. Так, с использованием компьютерных программ и технологий проектировщики имеют возможность создать точные цифровые модели объектов, которые позволяют просматривать объекты в трехмерном пространстве, примечая потенциальные проблемы и ошибки на ранних стадиях проектирования. Сам процесс строительства может быть облегчен с использованием автоматизированных устройств, роботов, технологий 3D-моделирования и печати элементов зданий и т.д.

Важным этапом строительства – является обслуживание. «Умные» системы обслуживания зданий, основанные на различных системах мониторинга, позволяют в реальном времени контролировать состояние различных систем здания, таких как отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и электроснабжение, и предотвращать возможные проблемы до их возникновения.

Рассмотрим цифровой подход к созданию компьютерных моделей новых зданий на примере BIM – технологии.

Building Information Modeling (BIM) как методология проектирования возникла в США в 1970-х годах, но концепция BIM в современном виде начала активно развиваться лишь в 1990-х годах. Основоположником можно назвать Чарльза Истмена – он выпустил первую программу, реализующую его личную идею объектно-ориентированного 3D-моделирования. Главная ценность этого подхода заключается в том, что пользователь компьютерного проекта может работать с объектами: колонной, балкой, стеной, трубой и так далее, что отличает его от технологии САПР, где пользователь манипулирует геометрическими примитивами, такими как точки, сплайны, поверхности.

Первые коммерчески доступные версии программного обеспечения для BIM появились в начале 2000-х годов, что позволило проектировщикам и строителям начать применять эту технологию на практике. С течением времени BIM стала все более широко распространенной в индустрии строительства, и сегодня она является стандартом во многих странах и отраслях. В последнее время в России около 20% строительных проектов используют BIM-технологии.

BIM-решения можно сравнить с классифицированной цифровой экосистемой круга строительных объектов за счет формирования единого информационного фона, который не только аккумулирует полную информацию о строительстве объекта, но и учитывает начальные этапы разработки проекта вплоть до глубокого вывода из эксплуатации и сдачи дома на металлолом. Такие данные в любой момент могут быть использованы застройщиками, управляющими компаниями, подрядчиками и другими заинтересованными лицами. Наиболее необходимой операцией в этой части разработки проекта является вывод объекта строительства, спроектированного в BIM на 3D-принтер. Такое решение позволяет заказчику увидеть, как в действительности будет выглядеть дом, а создателю – проверить и проанализировать внезапные изменения в проекте. Для печати объектов могут использоваться сталь, бетон и полимеры.

Данная технология также позволяет создать подробные трехмерные модели зданий уже на этапе проектирования. На основе этих моделей архитекторы, инженеры и дизайнеры могут визуализировать конечный результат, а также анализировать различные аспекты проектируемого здания, такие как расположение помещений, конструктивные особенности и внешний вид. BIM предоставляет возможность проводить различные анализы и расчеты, например, можно оценить энергетическую эффективность здания, определить его стоимость или прогнозировать расходы на обслуживание, оптимизируя проект с точки зрения эффективности, стоимости, устойчивости и экологичности. Экологичность включает в себя минимизацию количества отходов в процессе строительства и их утилизацию на протяжении всего жизненного цикла дома, а также расчет количества вредных выбросов и разработать планы по их устранению.

После завершения строительства BIM-модель используется для управления обслуживанием и эксплуатацией здания. В ней хранится информация о всех системах и оборудовании здания, что позволяет оперативно реагировать на проблемы, проводить плановое обслуживание и оптимизировать эксплуатационные расходы, а также производить демонтаж объекта. Застройщики, участвующие в программе реновации, активно внедряют технологию BIM как для разработки проектов новых жилых комплексов, так и для моделирования сноса старых пятиэтажек и планирования будущего использования территории. Примечательно, что BIM-модели кварталов, подлежащих реновации, охватывают не только аспекты строительства и инженерных параметров, но и социальные составляющие: количество магазинов, школ и детских садов, необходимых на новой территории, а также расположение и конфигурацию детских и спортивных площадок, беседок, зон отдыха и прочих социокультурных объектов. (рис 1.)



Рисунок 1. BIM – модель в строительстве.

Таким образом, работа с BIM происходит на всех этапах строительства: от выбора участка строительства до демонтажа объекта.

Информационное моделирование зданий не заменяет традиционные методы проектирования, а представляет собой развитие последних и в этом качестве логично их поглощает. Традиционный метод, т.е. работа с проекцией плана, является простым и привычным, а потому удобным для многих людей. Традиционное проектирование использует двухмерные модели для описания объектов строительства, такие как планы, чертежи и техническая документация. BIM проектирование отличается от этого подхода. Оно основывается на сборе и обработке данных о различных характеристиках объекта, таких как архитектурно-планировочные, конструктивные, экономические, технологические и эксплуатационные параметры, объединяясь в единую информационную модель (BIM-модель), где они взаимосвязаны и взаимозависимы.

Одним из наиболее востребованных продуктов для реализации технологии BIM является Autodesk Revit. Revit – это программное обеспечение для проектирования зданий, разработанное Autodesk, которое позволяет архитекторам, инженерам и строителям создавать и редактировать 3D модели зданий, а также проводить анализ различных аспектов проекта, таких как энергоэффективность и стоимость. Revit также обеспечивает возможность совместной работы над проектом, что позволяет участникам команды эффективно взаимодействовать и координировать свои действия. Благодаря своей широкой функциональности и интеграции с другими программами Autodesk, такими как AutoCAD, Revit стал одним из основных инструментов для реализации технологии BIM в индустрии строительства.

Цифровое строительство не только изменяет способы работы в строительной индустрии, но и открывает новые возможности для создания более эффективных, устойчивых и инновационных зданий и инфраструктуры.

Цифровое строительство, основанное на технологии Building Information Modeling (BIM), приносит революционные изменения в индустрию строительства. Стандартные методы проектирования и строительства, основанные на двухмерных моделях, уступают место передовым цифровым подходам, которые обеспечивают более эффективное управление проектами.

\*\*\*

1. Голдберг Э. Современный самоучитель работы в AutoCAD Revit Architecture. ДМК-Пресс, 2012. 471 с.
2. Новые конструкции и технологии при реконструкции и строительстве зданий и сооружений / Д. П. Ануфриев, Т. В. Золина, Л. В. Боронина, Н. В. Купчихова, А. Л. Жолобов. М. : АСВ, 2013. 208 с.
3. Петров К. С. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) / К. С. Петров, В. А. Кузьмина, К. В. Федорова // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 (45). С. 89.
4. Чеснокова Е. А. Основные преимущества использования BIM-технологий для всех этапов реализации проекта / Е. А. Чеснокова, В. В.
5. Хохолова, И. А. Косовцева, А. В. Мищенко // Строительство и недвижимость. 2020. №1 (5). С. 137-140.

Малышкин Н.Г.<sup>1</sup>, Малахов М.А.<sup>2</sup>

**Актуальность применения на предприятиях автоматизированной системы управления принятия управленческих решений в области проектного управления**

<sup>1</sup>Государственный университет управления

<sup>2</sup>Государственный университет просвещения  
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-04-2024-545

**Аннотация**

Автоматизированные системы управления используются для координации, контроля и визуализации данных, необходимых менеджерам компании, владельцам бизнеса и другим лицам, принимающим решения, для принятия обоснованных и основанных на данных решений для компании. СППР система (системы поддержки принятия решений) — это информационные системы в виде комплекса управленческих решений, охватывающих работу с объектом на всех стадиях его существования, от разработки и производства продукции до её утилизации. Управление жизненным циклом подразумевает наличие готовых решений или быструю разработку новых методов работы с объектом на протяжении всего времени жизни продукции. Ввиду того, что в современном мире рост производств, в том числе объемов производств велик, вопрос внедрения на предприятиях программ, в которых будет собрана консолидированная информация о количестве изделий «в работе», а также планах к закупке, очень актуален.

**Ключевые слова:** СППР (система поддержки принятия решений), автоматизация, программное обеспечение, информационные технологии, информация об изделии, прокрастинация и рационализация, принцип «точно вовремя».

**Abstract**

Automated management systems are used to coordinate, control and visualize the data needed by company managers, business owners and other decision makers to make informed and data-based decisions for the company. The DSS system (decision support systems) is an information system in the form of a set of management decisions covering work with an object at all stages of its existence, from product development and production to its disposal. Lifecycle management implies the availability of ready-made solutions or the rapid development of new methods of working with an object throughout the life of a product. Due to the fact that in the modern world the growth of production, including production volumes, is great, the issue of implementing programs at enterprises that will collect consolidated information about the number of products «in operation», as well as purchase plans, is very relevant.

**Keywords:** DSS (decision support system), automation, software, information technology, product information, procrastination and rationalization, the principle of «just in time».

Системы поддержки принятия решений (СППР) – это информационные системы, способствующие процессам принятия решений по управлению организацией. Системы поддержки принятия решений применяются во многих областях знаний, в частности в сфере управления проектами. Одним из основных применений СППР в проектной деятельности является отчет в режиме реального времени. Это может быть очень полезным для организаций, участвующих в управлении по принципу «точно вовремя» (подход JIT). Подход JIT требует данных об уровне ресурсов (в том числе человеческих ресурсов) в режиме реального времени, чтобы разместить заказ «точно вовремя», чтобы предотвратить задержки в производстве и вызвать негативный эффект домино. Реализация такого подхода в процессе разработки проекта касается управления приоритетами реализуемых в проекте задач. Смена приоритетов приводит к изменению последовательности работ проекта. [1, с. 17] Это позволяет учесть сроки завершения отдельных задач. Система поддержки принятия решений содержит три основных

составляющих: модуль поддержки решений на основе модели; модуль поддержки решений на основе знаний; интерфейс с пользователем.

Модуль поддержки решений на основе знаний использует информацию из внутренних источников (информация, собранная в системе транзакций) и внешних источников (онлайн базы данных) [6, с. 32]. На основе этой информации формируются знания по объекту управления. Различие между модулями состоит в том, что в первом модуле используется информация о процессах на объекте управления, а во втором модели – непосредственно знание о процессах управления. Пользовательский интерфейс включает инструменты, которые помогают конечному пользователю СППР использовать системы поддержки принятия решений. В системах поддержки принятия решений используется как графический, так и текстовый интерфейс [2, с. 10]. Системы поддержки принятия решений имеют следующие преимущества, связанные с усовершенствованием процесса управления: – повышается эффективность деятельности по принятию управленческих решений, поскольку СППР может собирать и анализировать данные в реальном времени; – способствует обучению в организации, поскольку для внедрения и запуска СППР в организации необходимо развивать конкретные навыки; – автоматизируются монотонные управленческие процессы, что значит, что управляющий может больше времени тратить на принятие решений; – улучшается межличностное общение в организации [3, с. 43].

На сегодняшний день используется несколько подходов к принятию решений, реализующих различные варианты процесса, с помощью которого руководители проектов приходят к своим решениям. Такие решения могут быть рациональными или отчасти рациональными. Рациональный подход к принятию решений реализует системный, поэтапный процесс принятия решений. Эта концепция определяет, что организация руководствуется лицами, принимающими решения, абсолютно объективными и имеющими полную информацию об этой организации. Рациональный подход имеет несколько мощных сторон. Принимающий решение должен рассматривать решение логичным, последовательным образом, а углубленный анализ альтернатив помогает ему делать выбор на основе информации, а не личных предубеждений, эмоций или социального давления. Однако его слабые стороны заключаются в том, что менеджер не всегда владеет идеальной информацией, сталкивается с временными и финансовыми ограничениями, может обладать ограниченной способностью обрабатывать информацию и не может точно предсказать будущее. Кроме того, все альтернативы нельзя оценить количественно, что усложняет сравнение. Рациональный подход является «идеальным» подходом, требующим полной информации о предметной области. Процессный, или поведенческий подход предполагает, что лица, которые принимают решения, действуют с ограниченной рациональностью, а не с идеальной рациональностью, которую предполагает иррациональный подход. Рациональность базируется на идее о том, что лица, принимающие решения, не могут иметь дело с информацией обо всех аспектах и альтернативах, касающихся проблемы, и поэтому решают рассмотреть некоторую ее значимую часть. Таким образом, этот процесс не вполне рационален, и поэтому полученные решения не вполне идеальны. Лица, принимающие решения, действуя с ограниченной рациональностью, ограничивают входящие данные в процесс принятия решений, сосредотачивают свое внимание на двух-трех наиболее благоприятных альтернативах (особенно если есть ограничения по времени), обрабатывают их очень подробно и базируют свои решения на суждениях и личных решениях. предвзятости, а также на логике. Поиск альтернатив, как правило, является последовательным процессом, основанным на процедурах и практических правилах, руководствующихся предыдущим опытом с подобными проблемами. Полученное решение не всегда может быть оптимальным, поскольку поиск зачастую завершается, когда определяется первая минимально приемлемая альтернатива. Гибридный подход сочетает шаги оптимального подхода с особенностями и условиями поведенческого подхода для сотворения более реалистичного процесса принятия решений. Согласно этому подходу вместо того, чтобы генерировать все альтернативы, лицо, принимающее решение, должно пытаться выйти за рамки практических правил и ограничений и создать как можно больше альтернатив в течение

заданного времени, денег и других практических аспектов ситуации. Предыдущие три подхода четко объясняют процессы, участвующие в принятии решений. Однако они не определяют то, как люди принимают решение, когда они нервничают, обеспокоены, озабочены или взволнованы – будь то в организации или в личных делах. Более реалистичный взгляд на индивидуальное принятие решений основан на модели конфликта. Эта модель основана на исследованиях социальной психологии и индивидуальных процессов принятия решений [5, с. 22]. Это личный подход к принятию решений, поскольку имеет дело с личными конфликтами, с которыми люди сталкиваются в особо сложных ситуациях принятия решений. Модель конфликта имеет пять основных характеристик:

- модель касается только важных жизненных решений, таких как выбор характера и типа образования и учебного заведения, карьеры, брака, основных организационных решений и т. п., обязывающих личность или учреждение к определенному курсу действий;
- модель признает, что прокрастинация и рационализация являются механизмами, с помощью которых люди избегают принимать трудные решения и справляться с сопутствующим стрессом. Модель признает, что некоторые решения могут пойти неверно.
- конфликт предполагает самореакцию в терминах сравнения альтернатив с внутренними нравственными стандартами. Если определенный способ действий нарушает моральные убеждения лиц, принимающих решение, вряд ли будет избран, даже если он экономически и социально выгоден.
- конфликт признает, что иногда лицо, принимающее решение, неоднозначно относится к альтернативным направлениям действий. Такая ситуация мешает ему отдалиться от единственному решению от всего сердца.

Согласно конфликтной модели принятия решений, человек, сталкиваясь с проблемой, анализирует ситуацию, ищет обратную связь (возможно негативную) и спрашивает себя, серьезны ли риски, связанные с этим, если она не сделает изменить [4, с. 9]. Если ответ отрицательный, лицо продолжит свою текущую деятельность. То есть эта ситуация влечет продолжение текущей деятельности, если это не несет серьезных рисков.

\*\*\*

1. Управление инновационными проектами: учебное пособие / В.Л. Попов, Н.Д. Кремлев, В.С. Ковшов [и др.] ; под ред. В.Л. Попова. — М.: ИНФРА-М, 2022. — 336 с.
2. Управление проектами: учебник / под ред. Н. М. Филимоновой, Н.В. Моргуновой, Н.В. Родионовой. — М.: ИНФРА-М, 2023. — 349 с.
3. Фомичев, А.Н. Управление проектами: учебник для бакалавров / А.Н. Фомичев. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2023. - 257 с.
4. Хелдман, К. Профессиональное управление проектом: практическое руководство / К. Хелдман ; пер. с англ. А. В. Шаврина. - 8-е изд. - М.: Лаборатория знаний, 2022. - 763 с.
5. Цителадзе, Д.Д. Управление проектами: учебник / Д.Д. Цителадзе. — М.: ИНФРА-М, 2023. — 361 с.
6. Шельпяков А.Н. Автоматизированное управление технологическими системами и процессами: учебное пособие / А.Н. Шельпяков. – М.: Инфра-Инженерия, 2022. - 160 с.

**Маслов Д.П.**

**Применение лазерных технологий в космической индустрии**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-546

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает перспективы использования лазерных технологий. Преимущества лазерных технологий включают высокую точность, минимальные деформации

материала, возможность создания сложных структур и бесконтактного характера обработки в изготовлении электронагревателей для космических аппаратов.

**Ключевые слова:** лазерные технологии, электронагреватели, космические аппараты, фольговые пленки, точность, терморегуляция.

**Abstract**

This article examines the prospects of using laser technologies. The advantages of laser technologies include high accuracy, minimal material deformations, the ability to create complex structures and the contactless nature of processing in the manufacture of electric heaters for spacecraft.

**Keywords:** laser technologies, electric heaters, spacecraft, foil films, precision, thermoregulation.

Одним из наиболее перспективных и инновационных подходов к изготовлению электронагревателей для космических аппаратов являются лазерные технологии, предлагающие ряд преимуществ перед традиционными методами изготовления. Основной принцип работы лазерных технологий заключается в использовании энергии лазерного излучения для точного нагрева и обработки материалов. В контексте изготовления фольговых электронагревателей для космических аппаратов, лазеры могут быть использованы для создания микронных структур на поверхности тонких пленок материала.

Лазеры позволяют создавать микроскопические структуры с высокой точностью, что особенно важно при работе с маленькими и сложными деталями, характерными для электронагревателей. Поскольку лазерное излучение обычно мало контактирует с материалом, процесс обработки не вызывает значительных деформаций или изменений в свойствах материала, что делает его идеальным для создания тонких и чувствительных элементов, таких как электронагреватели. А в отличие от многих других методов обработки материалов, лазерное излучение не требует физического контакта с обрабатываемой поверхностью, что уменьшает риск повреждений и контаминации.

Применение лазерных технологий в космической индустрии уже демонстрирует потенциал этого подхода. К примеру, электронагреватели, изготовленные с использованием лазерных технологий, могут обеспечивать более эффективное и точное поддержание температуры критически важных компонентов космического аппарата, таких как приборы навигации, сенсоры и системы связи. Одним из основных методов является лазерная резка, которая позволяет создавать сложные геометрические формы фольг с высокой точностью, что особенно важно при проектировании электронагревателей, так как форма и размеры могут существенно влиять на равномерность распределения тепла.

В условиях космического пространства обеспечение оптимальной температуры внутренних элементов конструкции и приборов космических аппаратов является важной задачей. Для этой цели широко применяются фольговые электронагреватели, созданные с использованием современных лазерных технологий. Системы обеспечения теплового режима становятся неотъемлемой частью функционирования современных космических аппаратов. Одним из главных методов является лазерная резка, обеспечивающая высокую точность формы и размера нагревательного элемента.

Фольговые электронагреватели демонстрируют несколько ключевых преимуществ. Их небольшой вес и компактность играют важную роль при ограниченных ресурсах космических аппаратов. Кроме того, эффективное распределение тепла обеспечивает стабильную работу приборов в условиях космоса.

Производство фольговых электронагревателей с применением лазерных технологий включает несколько этапов. Начиная с выбора материала, такого как высокоудельно-сопротивляющаяся фольга, лазерная резка позволяет создать нужную геометрию (для улучшения адгезии и теплопроводности применяется лазерное травление поверхности). А дополнительные слои добавляются для повышения долговечности.

Процесс нанесения слоя фоторезиста на подложку – важный этап в технологии изготовления различных микроэлектронных и микрофотонических устройств. Для достижения точности и стабильности нанесения, часто используется метод центрифугирования. Включение центрифуги и её вращение приводят к распределению жидкого фоторезиста по поверхности под действием центробежных сил. Граничный слой фоторезиста, прилегающий к подложке, формируется путем уравнивания центробежной силы, зависящей от числа оборотов, и силы сопротивления, вызванной когезией молекул фоторезиста. Этот процесс занимает небольшое время – обычно 20-30 секунд.

Важно отметить, что в процессе центрифугирования на краю подложки часто возникает утолщение слоя фоторезиста. Размеры этого утолщения зависят от вязкости фоторезиста, скорости вращения центрифуги и геометрии подложки. В то же время, в самом слое, нанесенном с помощью центрифуги, могут возникнуть внутренние напряжения. Также, наличие дефектов в этом слое часто связано с наличием пыли из окружающей среды, сконцентрированной в центре вращающегося диска. Однако, несмотря на эти факторы, толщина слоя и его качество при центрифугировании зависят от различных параметров: типа фоторезиста, его вязкости, максимальной скорости вращения, ускорения центрифуги, а также окружающей среды (температуры и влажности) и свойств поверхности подложки.

Помимо центрифугирования, существуют и другие методы нанесения фоторезистов, такие как распыление, электростатическое нанесение и погружение. Например, метод распыления позволяет получать слои с широким диапазоном толщины, что особенно важно для неплоских поверхностей. Тем не менее, каждый из методов имеет свои преимущества и трудности, связанные с учетом различных факторов.

Процесс нанесения фоторезиста на подложку с использованием центрифугирования представляет собой сложную и важную операцию в технологии создания микроэлектронных устройств. Влияние различных параметров, таких как вязкость фоторезиста, скорость вращения центрифуги и другие, на качество и равномерность нанесения, требует тщательного контроля и оптимизации.

Лазерные системы для изготовления фольговых электронагревателей должны содержать следующие компоненты: лазер, источник питания, систему охлаждения и систему позиционирования заготовки или сканер для точной настройки оптики.

Учитывая спектры поглощения различных материалов и уровень развития лазерной технологии, для производства фольговых нагревателей рекомендуется использовать лазеры с ультрафиолетовым или инфракрасным излучением. Кроме того, использование лазерных систем при изготовлении нагревателей обладает следующими преимуществами: сокращение технологических операций, исключение химически вредных процессов, высокое качество изготовления, универсальность лазерного оборудования для разных типов изделий. Тем не менее, существуют реальные проблемы при внедрении и использовании лазерных систем, такие как сложность оборудования, высокие затраты на обслуживание и стоимость.

Важно отметить, что космическое пространство характеризуется экстремальными условиями, где эффективная теплорегуляция становится критической. Фольговые электронагреватели, созданные с применением лазерных технологий, способны обеспечить стабильную температуру внутри аппарата, предотвращая перегрев или охлаждение. Использование лазерных технологий в создании фольговых электронагревателей обладает высокой точностью и эффективностью, но при этом требует высокой квалификации специалистов и внимательного контроля качества.

В заключение, лазерные технологии представляют собой мощный инструмент для изготовления электронагревателей космических аппаратов. Их преимущества включают высокую точность, минимальные деформации материала, возможность создания сложных структур и безконтактный характер обработки. Применение лазерных технологий в космической индустрии открывает новые горизонты для разработки более надежных и

эффективных космических аппаратов, способных успешно справляться с вызовами космической среды.

\*\*\*

1. Бычков И.М. Верификация пакета прикладных программ OpenFOAM на задачах обтекания аэродинамических профилей // Сб. материалов XIX школы-семинара «Аэродинамика летательных аппаратов» / ЦАГИ. - 2008. - С. 36.
2. Иньков, Ю.М. Электротехника и электроника: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 368 с.
3. Жаворонков, М.А. Электротехника и электроника: Учебное пособие для студ. высш. проф. образования / М.А. Жаворонков, А.В. Кузин. - М.: ИЦ Академия, 2016. - 400 с.

**Масманиди А.И.**

### **Совершенствование перевозок массовых видов грузов**

*Ростовский государственный университет путей сообщения  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-547

*Научный руководитель: Магомедова Н.М.*

#### **Аннотация**

Перевозки массовых видов грузов одна из составляющих перевозочного процесса. Железнодорожный транспорт ежегодно принимает к перевозке большую часть грузов отнесенных к массовым. Большинство массовых видов грузов перевозятся маршрутами. В зависимости от специфических свойств грузов маршруты формируют отправительские, ступенчатые и кольцевые. Подвижной состав используют как универсальный, так и специализированный. Рациональное использование подвижного состава способствует организовать перевозочный процесс с учетом конъюнктуры транспортного рынка.

**Ключевые слова:** маршрут, массовые грузы, перевозочный процесс, железнодорожный транспорт, отправитель, получатель, аутсорсинг.

#### **Abstract**

Transportation of mass types of cargoes is one of the components of the transportation process. Railway transport annually accepts for transportation the majority of cargoes classified as bulk cargoes. The majority of mass types of cargo are transported by routes. Depending on the specific properties of cargoes, routes are formed as dispatch, staggered and circular. Rolling stock is used both universal and specialized. Rational use of rolling stock helps to organize the transportation process taking into account the transport market conditions.

**Keywords:** itinerary, mass cargo, transportation process, railway transportation, sender, recipient, outsourcing.

Перевозки массовых видов грузов одна из составляющих перевозочного процесса. Железнодорожный транспорт ежегодно принимает к перевозке большую часть грузов отнесенных к массовым. Особую роль играет характер перевозки, расстояние, подвижной состав, сроки доставки.

Большинство массовых видов грузов перевозятся маршрутами. В зависимости от специфических свойств грузов маршруты формируют отправительские, ступенчатые и кольцевые. Подвижной состав используют как универсальный, так и специализированный. Для хлебных видов грузов используют в основном универсальные крытые вагоны. Перевозка таких грузов носит сезонный характер. Это касается в основном зерновых грузов. После переработки и перемола грузы укладывают в транспортную тару и перевозят с использованием поддонов. При перевозке зерновых грузов в большей степени актуальным считается бестарный способ

перевозки. Особенно при высоких объемах и на дальнее расстояние необходимо отправлять такие категории грузов. Готовая продукция перевозится круглый год в вагонах и контейнерах, в зависимости от назначения. Рациональное использование подвижного состава способствует организовать перевозочный процесс с учетом конъюнктуры транспортного рынка. Организация перевозок маршрутами позволяет привлечь контрагентов. Отправление маршрутов навалочных и насыпных грузов целесообразно формировать в зонах тяготения таких грузов. Для совершенствования перевозок массовых грузов возможно накопление вагонов с разнородными грузами, но схожими по своим свойствам. Например: возможно формирование маршрута с навалочными грузами такими, как гравий, щебень, камень бутовый. Такие грузы при перевозке, транспортировке и хранении не требуют защиты от атмосферных осадков, соответственно они не теряют своих физико-химических свойств. Также играет большую роль норма загрузки вагонов, которую можно определять расчетным путем, с целью использования вагонов по полной вместимости. Это позволит загружать большие объемы массовых грузов, что целесообразно учитывать при формировании и отправлении маршрутов. Перевозка массовых грузов осуществляется с использованием специализированного подвижного состава на дальние расстояния. К таким грузам можно отнести нефтепродукты, зерно, цемент. В данном случае маршруты стараются формировать длинносоставные. При перевозке грузов перевозимых навалом или насыпью на открытом подвижном составе необходимо соблюдать меры профилактики и борьбы со смерзанием. В большей степени это касается твердого топлива, в частности каменного угля, а также песка. При перевозке таких грузов учитывается способ погрузки, средства механизации, технологическое время на выполнение операций. Нефтеналивные грузы обладают специфическими свойствами, поэтому в перевозочных документах указывают дополнительные сведения о перевозимых отправлениях. Основные свойства нефтепродуктов которые необходимо знать, это плотность, вязкость, испаряемость, давление насыщенных паров, температура плавления, температура вспышки. На практике в железнодорожных перевозках вязкость принимают условную. Учитывается единица измерения в градусах Энглера. Места налива и слива нефтепродуктов должны быть оснащены специальными устройствами, обеспечивающими выполнения технологических операций.

Фронты оснащаются достаточными средствами которые взаимодействуют в процессе выполнения различных операций связанных с формированием маршрутов на путях общего и необщего пользования. Для совершенствования перевозок нефтепродуктов маршрутами необходимо иметь достаточное количество путей для выполнения операций по наливу и сливу, для того чтобы возможность выставления вагонов по фронту позволяла перерабатывать определенное количество нефтепродуктов. Время на выполнение операций связанных с наливом и сливом нефтепродуктов должно учитываться на основании Правил перевозок грузов. На группу подаваемых вагонов принимается два часа. Количество подач и размер фронта рассматривается в каждом отдельном случае. У каждой станции и железнодорожных путей необщего пользования имеется документ регламентирующий работу хозяйствующего субъекта. При рассмотрении работы железнодорожных путей необщего пользования основным документом является договор на эксплуатацию железнодорожного пути необщего пользования, либо договор на подачу и уборку вагонов. В договорах указываются сведения о средствах механизации и оснащении фронтов, что позволяет разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии перевозок массовых видов грузов. Особую роль при перевозке массовых грузов играет срок доставки. Соблюдение сроков доставки обеспечивает сохранность грузов, которые обладают специфическими свойствами. Также грузы доставленные точно в срок, ускоряют процессы логистики экспедирования. Позволяют оптимизировать технологические процессы при выполнении операций связанных с погрузкой, выгрузкой грузов. Ускорение оборота вагонов играет немаловажную роль при перевозке массовых видов грузов. Поэтому при обследовании железнодорожных путей необщего пользования уделяют внимание мероприятиям по ускорению оборота вагонов. Важным моментом считается простой вагонов под одной грузовой операцией, поэтому при загрузке массовых видов грузов в вагоны должны учитываться нормативы времени на выполнения операций. Формируя маршруты,

вагоны не должны простаивать на путях накопления в ожидании. Целесообразно сразу по мере возможности подавать необходимое количество вагонов согласованное между грузоотправителем и перевозчиком. Специфичной является перевозка минеральных удобрений маршрутами. Большинство минеральных удобрений перевозят в специализированном подвижном составе. В зависимости от агрегатного состояния используют соответствующие вагоны. На дальние расстояния используют вагоны хoppers, которые подают под гранулированные удобрения. В жидком состоянии перевозку удобрений осуществляют в цистернах. Основные требования это подготовка груза к перевозке, своевременная подача вагонов под погрузку. Уведомление грузоотправителей осуществляется на основании Устава железнодорожного транспорта. Перевозчики должны подготавливать вагоны на основании технического и коммерческого осмотра вагонов. В техническом отношении осмотр включает в себя проверку вагонов на пригодность к использованию по назначению. Осматривать должны все устройства вагонов на исправность. Если обнаруживаются технические неисправности, должны производить замену или ремонт. В коммерческом отношении вагоны осматривают непосредственно после погрузки грузов в вагоны. При размещении и погрузке грузов в открытый подвижной состав, необходимо тщательно проводить осмотр с учетом технических условий погрузки и крепления грузов. Правильность использования необходимых средств для крепления грузов играет большую роль для обеспечения сохранности перевозимых грузов на открытом подвижном составе.

На основании технических условий разрабатываются схемы для размещения грузов в вагонах. В перевозочных документах соответственно указывается глава и параграф, согласно которого был закреплен и размещен груз в вагоне. При перевозке круглого леса использовать необходимо полувагоны, а при перевозке пиломатериалов платформы с установкой боковых стоек. Дерево используемое в качестве крепления грузов должно быть не ниже третьего сорта. При разработке схемы крепления, также должны производиться расчеты количества гвоздей. В каждом случае подбираются индивидуальные материалы для крепления грузов. Это касается и схем размещения грузов в вагонах. При загрузке вагонов должны соблюдаться требования по обеспечению сохранности. Целесообразно использовать вагоны по их грузоподъемности, если это допускается по Правилам перевозок грузов. Потому что не все массовые грузы возможно загружать и перевозить по грузоподъемности и вместимости вагонов.

Клиентоориентированные технологии способствуют увеличению спроса на транспортные перевозки. Перевозчики должны предоставлять полный перечень услуг клиентам включающий основные и дополнительные виды. Основные услуги по оформлению документов, предоставлению подвижного состава, расчета тарифов возможно осуществлять через систему работы в «одно окно» действующее в территориальных центрах фирменного транспортного обслуживания. Также работу с клиентами можно осуществлять через агентства фирменного транспортного обслуживания. При определении провозных платежей возможна разработка договорного тарифа для постоянных клиентов. Создание рабочих групп по установлению сквозных ставок применяемых в расчетах тарифов создаст благоприятную среду для привлечения сторонних контрагентов. Каждая железнодорожная администрация вправе устанавливать базовые ставки для расчета провозных платежей при следовании массовых грузов в прямых смешанных сообщениях. Клиенты в основном заинтересованы чтобы весь технологический процесс связанный с перевозкой массовых видов грузов занимал меньшее количества времени. Цифровые технологии позволят ускорить работу связанную с оформлением, согласованием и перевозкой массовых грузов. Безбумажная технология оформления документов сокращает время на передачу информации на дальние расстояния. Электронные запорно-пломбировочные устройства дают возможность контролировать процесс передвижения грузов клиентам. Таким образом отслеживая место нахождения отправки в пути следования. Дополнительные услуги могут включать широкий диапазон, включая консультации клиентам по перевозкам грузов в самых различных направлениях.

Применение аутсорсинга в перевозочном процессе становится наиболее актуальным в последнее время. Используя аутсорсинг как внутренний, так и внешний возможно решение самых различных задач в перевозочном процессе.

Аутсорсинг имеет широкое применение в различных видах перевозок, что позволяет улучшить работу по взаимодействию перевозчиков с контрагентами.

\*\*\*

1. Колик А. В. Грузовые перевозки: комбинированные технологии : учебник для вузов / А. В. Колик. – М. : Юрайт, 2023. – 258 с. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт.
2. Магомедова Н. М. Актуальные вопросы в грузовой и коммерческой работе на железнодорожных станциях / Н. М. Магомедова, В. В. Хан. – Текст : электронный // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 544-553 // НЭБ eLIBRARY.
3. Числов О. Н. Проектирование грузовых станций : учеб. пособие / О. Н. Числов, Д. С. Безусов, В. В. Хан ; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д : РГУПС, 2022. – 75 с. – Текст : непосредственный + Текст : электронный // ЭБ НТБ РГУПС.

**Мастикова А.Д.**

### **Исследование возможностей техногенных ресурсов**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-548

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает вопрос исследования техногенных продуктов и их эффективности в качестве сырья для строительной индустрии. Она обсуждает потенциал использования таких материалов и выделяет вызовы и препятствия перед применением техногенных продуктов в строительстве.

**Ключевые слова:** техногенные продукты, строительная индустрия, переработка отходов полимеры, экологическая устойчивость, стандартизация

#### **Abstract**

This article examines the issue of researching man-made products and their effectiveness as raw materials for the construction industry. She discusses the potential of using such materials and highlights the challenges and obstacles to the use of man-made products in construction.

**Keywords:** man-made products, construction industry, waste recycling polymers, environmental sustainability, standardization

Техногенные продукты – это материалы, полученные в результате промышленной или технологической деятельности, которые могут быть переработаны и использованы повторно в различных отраслях, включая строительство.

Техногенные продукты представляют собой широкий спектр материалов, включая отходы производства, промышленные выблопы, и другие материалы, которые ранее рассматривались как нежелательные или непригодные для повторного использования. Переход к циркулярной экономике и устойчивому развитию стимулирует строительную индустрию искать новые источники сырья и снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Применение техногенных продуктов в строительстве не лишено вызовов, такие как неоднородность состава, отсутствие стандартов качества, и неопределенность в долгосрочной устойчивости таких материалов. Поэтому исследования в этой области ставят перед собой задачу не только выявления потенциала этих материалов, но и разработки технологий и стандартов, обеспечивающих их безопасность и эффективность в строительных приложениях.

Многие полимерные материалы, такие как пластик, могут быть переработаны и использованы в качестве альтернативы традиционным строительным материалам. Например, переработанный полиэтилен может быть использован для изготовления композитных панелей, которые обладают высокой прочностью и легкостью.

Золошлаковые материалы, образующиеся в результате сжигания угля в тепловых станциях, могут быть использованы в качестве добавок к бетону. Эти материалы повышают прочность и устойчивость бетона к разрушению. Также отходы древесины, например, опилки и стружка, могут быть использованы для производства древесно-полимерных композитов, которые могут заменить традиционные строительные материалы, такие как дерево и металл.

Применение техногенных продуктов в строительстве может принести значительные выгоды, такие как снижение затрат на сырье, сокращение экологического следа производства, и создание более устойчивых строительных конструкций. Однако, чтобы полностью реализовать потенциал этих материалов, необходимо решить ряд технических, экономических и стандартизационных проблем. Необходимо провести более глубокие исследования в области прочности, устойчивости к разрушению, и долговечности материалов на основе техногенных продуктов. Также важно разработать новые технологии переработки и производства, которые обеспечат высокое качество конечных продуктов.

Вопросы экономической эффективности производства и применения техногенных продуктов также играют ключевую роль. Необходимо оценить затраты на переработку, транспортировку и использование таких материалов, а также их конкурентоспособность на рынке.

Использование вторичных сырьевых ресурсов имеет значительное значение для поддержания экологически безопасного уровня воздействия на окружающую среду и является необходимым условием внедрения малоотходных и безотходных технологий.

Для выбора направления использования каждого вида промышленного отхода необходимо провести оценку по различным критериям, учитывая его агрегатное состояние, химико-минералогический состав и объем образования. Опыт показывает, что строительство и промышленность строительных материалов уже сегодня могут использовать многотоннажные отходы и побочные продукты других отраслей, таких как химическая промышленность, производство минеральных удобрений, чёрная и цветная металлургия, гальваническое производство и др.

Некоторые виды промышленных отходов имеют свойства и химический состав, близкие к природному сырью, используемому в данной отрасли, и могут быть его полноценной и экономически выгодной заменой. Например, отходы энергетики, такие как зола и шлаки ТЭЦ, содержат значительное количество компонентов, которые можно использовать для производства строительных материалов. Зола может быть добавлена в цемент, газобетон, керамзитобетон и силикатный кирпич без предварительного помола. Кусковой шлак может быть использован в качестве заполнителя бетона в дорожном строительстве, а золошлаковые смеси могут служить вяжущими веществами.

Важно организовать процесс принятия и использования отходов углеобогащения, золы и шлаков ТЭЦ, доменных шлаков черной металлургии и боя керамического кирпича. Несмотря на потенциальную пользу использования отходов для производства строительных материалов, годовой выпуск таких материалов на основе отходов все еще остается невысоким во многих странах, включая Россию.

Поэтому, для увеличения сырьевой базы производства строительных материалов и создания безотходных производств необходимо расширить использование промышленных отходов различных отраслей. Это также поможет решить проблему загрязнения окружающей среды и освободить ценные земельные участки, занятые этими отходами. Для достижения этих целей, наряду с изысканием новых источников сырья и энергии, необходимо рационально использовать уже существующие продукты промышленности и вовлечь их в производственные процессы для создания устойчивой и экологически ответственной строительной отрасли.

Исследования, проведенные в течение многих лет, подтверждают, что большая часть промышленных отходов по своему минералогическому и химическому составу не уступает сырью, добываемому из недр земли. Многие отходы представляют собой ценные сырьевые компоненты, которые можно использовать для получения высококачественных строительных материалов. Техничко-экономические расчеты свидетельствуют об экономической

целесообразности производства строительных материалов из отходов различных промышленных отраслей. В связи с этим, важно разрабатывать и внедрять прогрессивные технологии энергоресурсосбережения в производство строительных материалов, включая использование некондиционного сырья и попутных продуктов промышленности, собственных отходов производства для создания безотходных технологий, а также комплексное использование различных видов отходов.

Таблица 1

*Сравнительный анализ цен на материалы.*

Наименование отходов	Направление использования	Ед.изм.	Средняя цена на рынке, сом	Заменяемый материал	Средняя цена на рынке, сом
Бетонный бой переработанный фр.20-40,40-70	Отсыпка дорог с невысокой нагрузкой	м <sup>3</sup>	850	Щебень 40-70, 20-40	1750
Бетонный бой (бут) фр.0-100 переработанный	Сооружение фундаментов	м <sup>3</sup>	800	Бетон М250	3700
Кирпичный бой	Отсыпка неосновных дорог	м <sup>3</sup>	500	Щебень 40-70, 20-40	1750
Зола-унос	Как добавка для бетона и растворов	т	1300	Цемент ПЦ ДО 400 навал	3650
Асфальтовая крошка	В дорожном строительстве	м <sup>3</sup>	650	Щебень разных фракций	650
Бетонный (вторичный) щебень	В дорожном строительстве. Как крупный заполнитель для бетона при сооружении	м <sup>3</sup>	850	Щебень разных фракций	1750
	малоэтажных зданий и строений				
опил	В качестве компонента арболитовых блоков	м <sup>3</sup>	100	Пиломатериал (некондиция)	5000
дресва	В качестве компонента арболитовых блоков	м <sup>3</sup>	350	Пиломатериал (некондиция)	5000
Бут бетонный и кирпичный	При сооружении фундаментов зданий	м <sup>3</sup>	442	Бетон М 350	3000
Бут бетонный	При сооружении	м <sup>3</sup>	120	Бетон М 350	3000
Бут природный	При сооружении фундаментов зданий	м <sup>3</sup>	429	Бетон М 350	3000
гравий	В дорожном строительстве	м <sup>3</sup>	400	Щебень 40-70, 20-40	650
Песчано-гравийная смесь	В дорожном строительстве	м <sup>3</sup>	600	Щебень 40-70, 20-40	650

Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов, особенно из горнометаллургического и топливно-энергетического комплексов, является не только экономически эффективной, но и направлена на решение экологических и социальных проблем. Сравнивая цены на сырье, становится очевидно, что утилизация отходов является экономически выгодной и позволяет решить как экологические, так и экономические задачи, так как материалы из отходов для стройиндустрии обходятся в 2–3 раза дешевле, чем природные аналоги. Таким образом, использование промышленных отходов для производства строительных материалов представляет собой важный шаг в направлении устойчивого развития и улучшения экологической обстановки в стройиндустрии.

Исследование техногенных продуктов и их применение в строительстве представляют собой перспективное направление развития, способное значительно повлиять на устойчивость и эффективность строительной индустрии. Однако, для полной реализации потенциала этих материалов необходимо проведение дальнейших исследований, разработка новых технологий и стандартов, а также сотрудничество между научным сообществом, промышленностью и

государственными органами. Только таким образом можно обеспечить устойчивое и эффективное развитие строительной отрасли в будущем.

\*\*\*

1. Арсентьев В. А. Переработка отходов: использование ресурсного потенциала / В. А. Арсентьев, Н. В. Михайлова / Твердые бытовые отходы. – 2007. – № 8. – С. 60–63.
2. Гончарова М. А. Композиционные строительные материалы на основе отходов металлургического производства/ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Липецк, 2000.
3. Серпутько Е. Л., Стрельников В. И. Использование отходов производства в составах легких бетонов/ Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. 2010. Т. 23. № 2. С. 28–30.

**Мастикова А.Д.**

**Управление сейсмическим риском: методы и практики в техносферной безопасности**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-549

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает вопрос оценки сейсмического риска в контексте техносферной безопасности. Сейсмические явления представляют серьезную угрозу для инфраструктуры, жизни людей и окружающей среды. Статья обсуждает методы оценки сейсмического риска, включая анализ геологических данных, численные методы и моделирование. Также рассматривается управление сейсмическим риском и меры по снижению уязвимости объектов.

**Ключевые слова:** сейсмический риск, техносферная безопасность, оценка, геологические данные, методы, моделирование, управление риском.

#### **Abstract**

This article examines the issue of seismic risk assessment in the context of technosphere safety. Seismic events pose a serious threat to infrastructure, human lives and the environment. The article discusses methods for assessing seismic risk, including analysis of geological data, numerical methods and modeling. Seismic risk management and measures to reduce the vulnerability of facilities are also being considered.

**Keywords:** seismic risk, technosphere safety, assessment, geological data, methods, modeling, risk management.

Сейсмический риск определяется вероятностью возникновения землетрясения определенной магнитуды в определенном регионе в определенный период времени, а также потенциальными последствиями для людей, объектов инфраструктуры и окружающей среды. Техносферная безопасность включает в себя меры по защите инфраструктуры, промышленных объектов, жилых зон и человеческих жизней от негативных последствий природных и техногенных катастроф.

Оценка сейсмического риска основана на комплексном анализе геологических, сейсмологических и геотехнических данных, а именно изучение сейсмической активности региона, структуры земной коры, геологических особенностей, а также оценку уязвимости различных типов зданий и инфраструктуры к сейсмическим воздействиям.

Для оценки сейсмического риска применяются различные методы и моделирование. Сюда входят вероятностные модели, численные методы, геоинформационные системы и статистические подходы, которые позволяют прогнозировать возможные последствия землетрясений и разрабатывать соответствующие меры по предотвращению и уменьшению риска.

Управление сейсмическим риском включает в себя принятие мер по снижению уязвимости объектов и населения, разработку строительных норм и правил, а также создание систем раннего предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации.

Один из современных вызовов, с которыми сталкивается наука и общество – это обеспечение защиты населения от разрушительных природных и техногенных катастроф. Сейсмические события, в силу своей природы, часто приводят к гибели людей и значительным экономическим потерям.

Не смотря на значительные научные достижения в изучении катастрофических природных явлений и связанных с ними последствий в течение последних десятилетий, эти природные явления в большинстве своем остаются необъяснимыми и не предсказуемыми. В мировой практике сейсмический риск остается на высоком уровне, особенно в регионах с быстрым ростом населения и недостатком финансирования мероприятий по укреплению существующей застройки в случае сильных землетрясений. Вопросы обеспечения безопасности населения и территорий от сейсмических катастроф и связанных с ними последствий остаются крайне актуальными.

Для реализации стратегии уменьшения потерь от землетрясений необходимы первоочередные исследования по оценке и мониторингу сейсмического риска на различных уровнях. Знание о потенциальном ущербе и прогнозируемом числе пострадавших непосредственно после события является критически важной информацией для организации операций по поиску и спасению, а также для оказания гуманитарной помощи.

В базах данных содержится информация, которая описывает географическое расположение территории, ее структуру, основные ориентиры и форму границ. Этот сегмент информации в базе данных получил название «картографическая основа» для различных проектов.

При оценке ущерба на мировом уровне особое внимание уделяется базе знаний о социальных, физических и экономических последствиях сильных землетрясений в мире. Эта база данных используется для настройки глобальной версии Географической Информационной Системы (ГИС) «Экстремум». В настоящее время в этой базе данных собрано более 1500 хорошо документированных описаний сильных сейсмических событий, которые произошли в течение последних 100 лет. Эти события равномерно распределены по годам, регионам, подверженным сейсмической активности, и масштабу ущерба. Для создания и анализа этой базы данных было разработано специальное программное обеспечение, которое позволяет проводить расчеты возможных последствий и сохранять результаты. Также данное программное обеспечение способно выявлять и исправлять грубые ошибки в описаниях.

Специализированные ГИС проекты используют программное обеспечение, которое можно разделить на три основных блока, каждый из которых выполняет уникальный набор функций:

1. Отображение пространственной информации на экране в виде тематических карт, с учетом указанного масштаба.
2. Расчет совокупности показателей, которые соответствуют теме, представленной на отображаемой карте.
3. Выполнение функций записи, обеспечения целостности, извлечения и модификации данных.

Помимо систем управления базами данных, визуализаторов карт и тематических приложений, в специализированных проектах также присутствует интерфейс, который обеспечивает эффективное взаимодействие пользователей с функциональными возможностями автоматизированной информационной системы.

Основными источниками информации для этих специализированных проектов служат цифровые и бумажные географические карты разных масштабов, тематические карты, описывающие зоны распространения сейсмической опасности и возможные вторичные природные и техногенные процессы, статистические выборки с данными о местонахождении и

масштабе ущерба от землетрясений с учетом вторичных явлений, а также базы данных о населении и характеристиках застройки.

Оценка индивидуального сейсмического риска для населения на картах разных масштабов прямо зависит от следующих факторов:

1. Прогнозируемой интенсивности землетрясений.
2. Ожидаемого интервала времени для осуществления прогноза.
3. Уязвимости элементов риска, включая население и гражданскую и промышленную застройку.

Надежность таких оценок сильно зависит от параметров математических моделей, используемых в расчетах, и достоверности информации о распределении элементов риска и их уязвимости. При оперативных оценках потерь, осуществляемых с помощью глобальной версии Географической Информационной Системы, особое влияние на надежность оказывают ошибки в определении параметров землетрясений службами срочных донесений России и мира.

В будущем планируется развивать методические подходы, включая усовершенствование моделей оценки интенсивности, в частности путем применения алгоритмов, компенсирующих неопределенность при оценке параметров землетрясений, полученных от служб срочных донесений в России и мире.

Также в планах разработка методики оценки индексов сейсмического риска, которые могут учитывать изменчивость данных, такие как среднесрочный прогноз землетрясений, сезонные изменения численности населения, проживающего в сейсмоопасных районах, и планируемые изменения в качестве застройки.

Одним из важных направлений дальнейших исследований является улучшение базы знаний о последствиях сильных сейсмических событий и разработка средств, которые обеспечат коллективный управляемый доступ к информации и функциям интерфейса для более эффективного управления сейсмическим риском.

\*\*\*

1. Алексеенко В.А., Алексеенко Л.П. Биосфера и жизнедеятельность: Учеб. пособие. — М.: Логос, 2002. — 212 с.
2. Ветошкин, А. Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере: учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-4888-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126946>.
3. Трифонов К.И., Девисилов В.А. Физико-химические процессы в техносфере: Учебник. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. — 240 с.

**Мастикова А.Д.**

### **Чрезвычайные ситуации и техносферная безопасность**

*Самарский государственный технический университет*

*(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-550

#### **Аннотация**

Данная статья обсуждает важность техносферной безопасности в современном мире, фокусируясь на ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и предотвращении угроз радиационного, химического и биологического характера.

**Ключевые слова:** техносферная безопасность, чрезвычайные ситуации, радиационные угрозы, химические угрозы, биологические угрозы, подготовка кадров.

#### **Abstract**

This article discusses the importance of technosphere safety in the modern world, focusing on emergency response and prevention of radiation, chemical and biological threats.

**Keywords:** technosphere safety, emergencies, radiation threats, chemical threats, biological threats, personnel training.

Ликвидация последствий ЧС, предотвращение угроз и обучение кадров в этой области играют решающую роль в защите общества и окружающей среды, что является сложным и многоступенчатым процессом, требующим координации усилий всех соответствующих органов и служб, включая силы чрезвычайных ситуаций, военные подразделения, медицинские и экологические службы.

Предотвращение угроз радиационного, химического и биологического характера требует комплексного подхода, который включает контроль за обращением и хранением опасных веществ, разработку и реализацию строгих нормативов и правил безопасности, а также постоянное обучение персонала по противодействию угрозам и использованию специализированного оборудования.

Техносферная безопасность – это ключевой аспект обеспечения безопасности общества и окружающей среды. Ликвидация последствий ЧС, предотвращение угроз и подготовка кадров играют решающую роль в минимизации рисков и обеспечении стабильности и безопасности в современном мире. Непрерывное совершенствование методов и технологий в этой области является необходимостью для эффективного реагирования на угрозы и обеспечения защиты населения.

При выполнении задач, связанных с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций природно-химического и биологического характера, а также при разрушении объектов, представляющих радиационную, химическую и биологическую опасность, используются аварийно-спасательные и другие срочные мероприятия. Основная цель таких мероприятий заключается в спасении человеческих жизней, сохранении здоровья людей, уменьшении ущерба для природной среды и материальных потерь, а также в ограничении зон, подверженных загрязнению природно-химического и биологического характера (далее – ПХБ), и прекращении воздействия характерных поражающих факторов. В рамках развития концепции защиты населения от ПХБ угроз стоит акцентировать внимание на следующих аспектах.

Эффективность аварийно-спасательных и неотложных работ обеспечивается четким взаимодействием сил и средств на всех уровнях. Это включает в себя разработку соответствующих планов действий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также планов по гражданской обороне и защите населения, которые разрабатываются, в том числе, с учетом военных угроз, влияющих на развитие концепции защиты населения от ПХБ угроз. Наибольший объем работ по аварийно-спасательным и неотложным мероприятиям будет необходим в военное время при разрушении объектов, представляющих радиационную, химическую и биологическую опасность.

Для проведения аварийно-спасательных и неотложных работ РХБ характера в первую очередь будут задействованы соответствующие группировки сил, включая аварийно-спасательные формирования объектов. Кроме того, силы МЧС России по всей территории страны будут привлечены, так как они обладают наибольшей подготовкой к проведению мероприятий по защите населения в условиях воздействия ПХБ поражающих факторов.

Для достижения необходимого уровня оснащенности спасателей средствами индивидуальной защиты и техникой для проведения аварийно-спасательных и неотложных работ в зоне радиационного, химического и биологического загрязнения (заражения) и очагах поражения, следует реализовать следующие шаги:

1. Разработка и утверждение единой классификации токсичности опасных РХБ веществ и перечней этих веществ, представляющих наибольшую опасность, что позволит определить наиболее критические вещества и сосредоточить усилия на их изучении и борьбе.
2. Разработка единых критериев и методической базы для определения и категорирования уровней ПХБ опасности объектов, территорий и природных явлений, что поможет выявить объекты и зоны, которые требуют особого внимания и мероприятий по защите.
3. Проведение инвентаризации и паспортизации объектов, представляющих радиационную, химическую и биологическую опасность, включая оценку их состояния.

4. Установление зон защитных мероприятий и уточнение необходимого оснащения спасателей и техникой для проведения в зонах радиационного, химического и биологического загрязнения и очагах поражения

Что касается предотвращения и снижения вероятности возникновения угроз радиационного, химического и биологического характера, это также важный аспект концепции защиты населения. Для достижения этой цели можно предпринять следующие действия:

1. Применение концепции приемлемого риска при организации мониторинга за состоянием окружающей среды и объектов, представляющих радиационную, химическую и биологическую опасность, что поможет выявить источники потенциальных угроз ПХБ и принимать меры по их предотвращению.
2. Установление уровня ПХБ безопасности, который удовлетворяет общественным интересам и учитывает социально-экономические факторы. Это позволит определить допустимые уровни риска и основываться на принципах минимальной опасности и последовательного приближения к абсолютной безопасности.
3. Установление допустимых (приемлемых) уровней риска ЧС ПХБ характера на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований для оценки рисков, связанных с возможными чрезвычайными ситуациями и разработки мероприятия по их предотвращению и снижению.
4. Проведение мероприятий по обеспечению безопасности объектов и территорий, включая меры по защите зданий и сооружений, а также систем обеспечения защиты населения от ПХБ поражающих факторов.

В целом, эти меры помогут не только ликвидировать последствия чрезвычайных ситуаций ПХБ характера, но и предотвращать их возникновение, обеспечивая безопасность населения и окружающей среды.

Подготовка и аттестация кадров в области ПРХБ защиты имеет большое значение для обеспечения безопасности населения. Это включает в себя следующие мероприятия:

- Подготовка специалистов защиты;
- Разработка и внедрение усовершенствованных учебных программ, включающих вопросы анализа рисков негативного воздействия опасных РХБ факторов и применения технологий управления рисками;
- Создание условий для укрепления кадрового потенциала, включая ликвидацию недостатка в специалистах, таких как токсикологи, профпатологи, эпидемиологи и другие, путем оптимизации механизмов их подготовки;
- Развитие учебно-методических центров, расположенных в разных регионах, чтобы обеспечивать доступ к обучению для кадров в области ПРХБ защиты.

Все эти мероприятия помогут подготовить и переподготовить кадры в области ПРХБ защиты, что важно для обеспечения безопасности населения и предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций РХБ характера.

\*\*\*

1. Стародубов В. И. Сохранение здоровья работающего населения — одна из важнейших задач здравоохранения / Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 1 С. 1–8. Нефть, заболевания и права Человека. Стр. 498–523.
2. Угарова, Л. А. Управление техносферной безопасностью : учебно-методическое пособие / Л. А. Угарова. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 223 с. — ISBN 978-5-8259-1255-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140148>.
3. Широков, Ю. А. Техносферная безопасность: организация, управление, ответственность : учебное пособие / Ю. А. Широков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4224-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116355>.

Матвеев Ю.А.<sup>1</sup>, Богданов А.Ю.<sup>2</sup>, Мищенко П.А.<sup>1</sup>, Лобачева Т.П.<sup>3</sup>  
Применение линий оптоволоконных кабелей для обнаружения утечки нефти и нефтепродуктов из трубопровода

<sup>1</sup>Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации П.Б. Бугаева

<sup>2</sup>Ульяновский государственный университет  
(Россия, Ульяновск)

<sup>3</sup>Поволжский казачий институт управления и пищевых технологий (филиал) «Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского  
(Россия, Димитровград)

doi: 10.18411/trnio-04-2024-551

#### Аннотация

Техническое решение относится к устройствам для определения утечек нефти и высоковязких нефтепродуктов из подземных трубопроводов различного назначения. Устройство включает две линии оптоволоконных кабелей, линии связи, оптический рефлектометр, температурный датчик, компьютер. Защитная оболочка оптоволоконного кабеля изготовлена из материала, взаимодействующего с нефтью и нефтепродуктами, но стойкому к воде. С возникновением утечки защитная оболочка кабеля разрушается, что приводит к изменению световых сигналов и температурных значений оптического волокна.

**Ключевые слова:** оптоволоконный кабель, нефть, защитная оболочка, рефлектометр, температурный датчик, оптическое волокно, трубопровод.

#### Abstract

The technical solution relates to devices for detecting leaks of oil and high-viscosity petroleum products from underground pipelines for various purposes. The device includes two lines of fiber-optic cables, communication lines, an optical reflectometer, a temperature sensor, and a computer. The protective shell of the fiber-optic cable is made of a material that interacts with oil and petroleum products, but is resistant to water. With the occurrence of leakage, the protective sheath of the cable is destroyed, which leads to a change in the light signals and temperature values of the optical fiber.

**Keywords:** fiber-optic cable, oil, protective shell, reflectometer, temperature sensor, optical fiber, pipeline.

Обнаружение утечек нефти и нефтепродуктов из подземных трубопроводов является весьма актуальной проблемой. Если большие утечки из подземных трубопроводов можно определить по приборам учета давления и расхода горючего, то малые утечки определить довольно сложно. Утечки нефти и нефтепродуктов приводят к загрязнению земной поверхности, грунтовых вод, а также к большим экономическим потерям.

Основной целью исследования является разработка способа для определения утечек нефти и нефтепродуктов из действующих подземных трубопроводов различного назначения. Задачами статьи являются:

1. Разработка технического устройства на основе оптоволоконных кабелей для обнаружения небольших по объему утечек нефти и нефтепродуктов.
2. Разработка технического устройства для обнаружения не санкционируемых врезок в трубопроводы и не согласованных земляных работ.

Для определения утечек нефти и нефтепродуктов из подземного трубопровода используются различные устройства, связанные с применением манометров, счетчиков жидкости, линий проводников из меди с изоляторами, а также акустических датчиков [1].

Манометры и счетчики жидкости хорошо зарекомендовали себя при больших и средних утечках в подземных трубопроводах. С появлением утечек нефти и нефтепродуктов значения показателей на приборах учета давления и расхода начинают уменьшаться по участкам подземного трубопровода.

Акустические датчики также успешно проявляют себя при значительных утечках горючего особенно из наземных трубопроводов.

Линии проводников из одного металла, например, меди удобно укладывать при строительстве нового трубопровода. Прокладка линий проводников под действующий подземный трубопровод весьма проблематична и экономически очень затратна. С возникновением утечки нефтепродуктов сопротивление грунта между линиями проводников начинает резко возрастать.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что незначительные утечки нефти и нефтепродуктов из подземного трубопровода определить крайне сложно.

Известны устройства определения утечек из заглубленных трубопроводов с помощью применения съемных зондов как из одного, так и различных металлов [2]. Зонды (проводники) забиваются в землю через определенное расстояние на участках трубопровода. В зависимости от применяемого металла для зондов производится определение сопротивления или напряжение грунта на контролируемых участках трубопровода.

Данные методы применимы временно только для малых участков трубопровода. Оптико-волоконные кабели используются в нефтяной промышленности для диагностирования контура днища, а также в других целях [3]. Близкой по тематике исследования является чувствительный оптический кабель для системы детектирования утечек продукта [4].

Оптоволоконный кабель состоит из оптического волокна, оболочки из чувствительного абсорбирующего материала, элемента жесткости, внешней защитной оболочки с отверстия. Абсорбирующий материал через отверстия связан с грунтом земной поверхностью. Модернизированный оптоволоконный кабель укладывается в грунт над подземным трубопроводом на небольшом расстоянии от него. Абсорбирующий материал реагирует с нефтепродуктами, но химически стоек к воде и грунтам.

При появлении утечки нефтепродукт через отверстия проникает к абсорбирующему материалу, который сразу начинает увеличиваться в размерах. После этого абсорбирующий материал через отверстия выдавливается наружу сверху защитной оболочки. В результате произошедших процессов оптоволокно изменяет оптические свойства, которые регистрируются специальными приборами. Предлагаемое техническое устройство позволяет решить задачу определения утечек нефти и нефтепродуктов из эксплуатируемого подземного трубопровода. Также устройство способно в кратчайшие сроки определить незаконные врезки в трубопровод и не регламентированные земляные работы в районе прохождения трассы трубопроводного объекта.

#### **Формула технического решения**

Решение поставленной научной задачи достигается тем, что две линии оптоволоконных кабелей укладываются в грунт над подземным трубопроводом, при этом одна линия кабеля соединена с оптическим рефлектометром, который связан с компьютером с возможностью определения значений световых сигналов, а вторая линия оптоволоконного кабеля связана с температурным датчиком, соединенным с компьютером с возможностью определения температуры, а также тем, что кабели оборудованы защитными оболочками из материала, реагирующего с нефтью и нефтепродуктами.

#### **Конструкция устройства**

Сущность технического решения указана на рисунках (1, 2, 3), на которых показаны: функциональная схема предлагаемого устройства определения утечек, фронтальный разрез трубопровода с линиями оптоволоконных кабелей и разрез оптоволоконного кабеля.

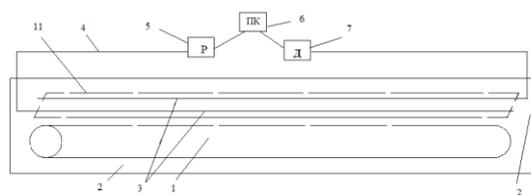


Рисунок 1. Схема устройства/

Над поверхностью подземного трубопровода 1 рис. 1, в земельный грунт 2, на определенном расстоянии укладываются параллельно две линии оптоволоконных кабелей 3 рис. (1, 2).

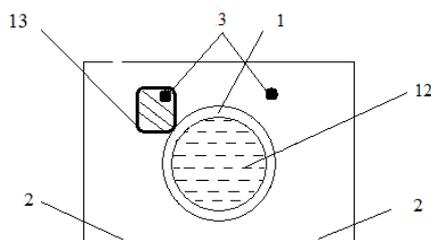


Рисунок 2. Фронтальный разрез трубопровода с линиями кабелей

Прокладка двух линий оптоволоконных кабелей вместо одной позволяет быстрее определить утечку нефти (нефтепродукта) из подземного трубопровода. При этом одна из линий используется для определения повышения температуры оптоволоконного кабеля в случае утечки подогретых нефти или мазута. Нефть, мазут и другие высоковязкие нефтепродукты подогреваются в зимнее время для улучшения прокачки по подземному трубопроводу.

Первая линия оптоволоконного кабеля линиями связи 4 соединена с оптическим рефлектометром 5, который связан с персональным компьютером 6. Вторая линия оптоволоконного кабеля соединена с распределительным датчиком температуры 7, который связан с компьютером 6.

Оптоволоконный кабель рис. 3 состоит из защитной оболочки 8, оптического волокна 9, металлической оплетки (нитей) 10. С целью обеспечения механической прочности оптическое волокно защищается стальными нитями и защитной оболочкой.

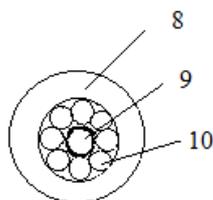


Рисунок 3. Разрез оптоволоконного кабеля/

Защитная оболочка 8 изготавливается из материала, который реагирует с нефтью (нефтепродуктом), но стоек к воздействию воды. При взаимодействии с нефтепродуктом или нефтью происходит разрушение защитной оболочки. Необходимо отметить, что линии оптоволоконных кабелей находятся в горизонтальной плоскости 11 по отношению друг к другу.

#### Принцип работы устройства

Устройство работает следующим образом. В начальный момент измеряются световые сигналы оптоволоконного кабеля в грунте, не смоченном нефтью и нефтепродуктами.

Горячее 12 перекачивается по трубопроводу 1. Для непосредственного обнаружения наличия утечек нефти из трубопровода с помощью линий связи 4, оптического рефлектометра

5 производятся замеры световых сигналов первой линии оптоволоконного кабеля, которые выводятся на компьютер 6. Рефлектометр 5 обеспечивает прием светового (оптического) излучения, преобразование его в уставленные сигналы и передачи их на компьютер.

В случае появления утечки 13 из трубопровода 1 происходит химическая реакция с разрушением защитной оболочки 8 оптоволоконного кабеля. С разрушением оболочки 8 нефть (нефтепродукт) начинает воздействовать на оптическое волокно.

С повреждением оболочки и воздействием нефти (нефтепродукта) на оптическое волокно изменяются оптические свойства кабеля и значения измеренных световых (оптических) сигналов.

Оптоволоконно имеет коэффициентом преломления около 1,46. При этом по подземному трубопроводу перекачиваются нефть, мазут, и другие высоковязкие нефтепродукты с коэффициентами преломления от 1,48 до 1,55. Если плотность нефти более  $920 \text{ кг/м}^3$ , то она имеет коэффициент преломления от 1,48 до 1,55. При коэффициенте преломления нефти и высоковязких нефтепродуктов большем коэффициента преломления оптического волокна происходит изменение световых сигналов. Вся информация с линии оптоволоконного кабеля поступает на рефлектометр 5, а затем на компьютер 6 в диспетчерский пункт.

Также в случае появления утечки 13 из трубопровода 1 температура нефти или высоковязкого нефтепродукта значительно выше температуры грунта 2. С учетом разрушения защитной оболочки температура оптоволоконна начинает увеличиваться. Вся информация с линии оптоволоконного кабеля поступает на распределительный датчик температуры 7, а затем на компьютер 6 в диспетчерский пункт.

В диспетчерском пункте производится оценка значений поступивших световых сигналов, и значений температуры. Обработка поступивших показателей с обеих линий оптоволоконных кабелей и сравнение их с установленными значениями позволяет определить наличие утечки горючего из трубопровода, находящегося под земной поверхностью. Возможны варианты, когда значения показателей будут изменяться только по одной линии оптоволоконного кабеля. Это означает, что нефть (нефтепродукт) достигла только одной линии кабеля в начальный период утечки. С возрастанием пролива нефть достигнет второй линии оптоволоконного кабеля, что непосредственно скажется на показаниях прибора, связанного с данной линией.

Также использование оптоволоконных кабелей позволяет в короткие сроки определить несанкционированные врезки в трубопровод с целью хищения нефтепродуктов. При раскопке грунта над трубопроводом произойдет повреждение оптоволоконного кабеля, что зафиксируется рефлектометром и компьютером.

Использование волоконно-оптического зондирования, позволяет обнаруживать и определять место утечек нефти и нефтепродуктов из подземных трубопроводов на ранней стадии, с учетом незначительного повреждения трубопровода.

\*\*\*

1. Матвеев Ю.А., Богданов А.Ю. и др. Стационарное устройство обнаружения утечки нефтепродуктов в трубопроводе с использованием проводников из разных металлов и акустических датчиков. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. -2020-№6 (стр.89-94).
2. Патент на изобретение 702061 от 3.10. 2019 года. Рос. Федерация. Устройство определения места утечки нефти и нефтепродуктов на участках трубопровода с использованием металлических зондов. Ю.А. Матвеев, А.Ю.Богданов и др.
3. Матвеев Ю.А. и др. Устройство диагностирования контура днища резервуара с использованием волоконно-оптического кабеля. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. -2015-№5 (стр.61-65).
4. Патент на изобретение 2340881 от 12.10. 2008 года. Рос. Федерация, Чувствительный оптический кабель для системы детектирования утечек продукта. С.А. Кукушкин, С.В. Миридонов, В.В. Спириин, М.Г. Шлягин.

Мичурова Н.Н.<sup>1</sup>, Мичуров Н.С.<sup>1</sup>, Мирошин Д.Г.<sup>2</sup>

**Опыт проектирования гибкой автоматизированной ячейки с оборудованием  
российского производства**

<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет им.  
первого Президента России Б.Н. Ельцина  
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/trnio-04-2024-552

**Аннотация**

В статье приводятся результаты опытно-конструкторских работ по разработке структуры и компоновки гибкой автоматизированной ячейки для механической обработки штоков в рамках Индустрии 4.0. Описано применяемое оборудование и транспортные устройства российских производителей. Приведен пример компоновки и экспликация гибкой производственной ячейки.

**Ключевые слова:** Индустрия 4.0, гибкая автоматизированная ячейка, обрабатывающий центр, робот-манипулятор, модуль движения, контрольно-измерительная машина, компоновка ячейки.

**Abstract**

The article presents the results of development work on the development of the structure and layout of a flexible automated cell for mechanical processing of rods within the framework of Industry 4.0. The equipment and transport devices used by Russian manufacturers are described. An example of the layout and explication of a flexible production cell is given.

**Keywords:** Industry 4.0, flexible automated cell, machining center, robotic arm, motion module, instrumentation machine, cell layout.

Современные социально-экономические условия, предполагают ускоренный переход к высокотехнологичному производству, характерному для пятого технологического уклада в экономике, что, в свою очередь, определяет направленность вектора развития машиностроительного производства на переход к полностью автоматизированному цифровому производству в рамках Индустрии 4.0 [2, 4]. Основным направлением автоматизации и цифровизации машиностроительного производства в Индустрии 4.0 является разработка и внедрение в производственный процесс гибких производственных систем различного уровня автоматизации [3,4]. Для организации и осуществления среднесерийного производства штоков разной конфигурации и разных типоразмеров на машиностроительных предприятиях Уральского региона был разработан проект гибкой автоматизированной ячейки, включающей в себя современные высокопроизводительные обрабатывающие центры, промышленный робот, пункт контроля, автоматизированный склад заготовок, деталей и резервных паллет. В ходе создания проекта гибкой автоматизированной ячейки были проанализированы типы штоков, которые подлежат изготовлению на предприятиях Уральского региона и разработана деталь – представитель группы, содержащая в своей конструкции все остальные поверхности, характерные для деталей данного типа. Она состоит из ряда элементарных поверхностей, характерных для деталей её конфигурации. При выборе комплексной детали учитывалась возможность обработки всех деталей данной группы по единому технологическому процессу с применением групповой настройки, универсального или группового приспособления и однотипных инструментов. Составленный на комплексную деталь технологический процесс оказался применим для изготовления любой другой детали данной группы и стал основой для выбора оборудования гибкой производственной ячейки и формирования ее компоновочного варианта. При выборе оборудования для создания проекта гибкой автоматизированной ячейки мы ориентировались, прежде всего, на оборудование отечественных производителей с учетом

всех требований, которые предъявляются к оборудованию, включаемому в автоматическую линию, обслуживаемую транспортным роботом.

Так в качестве металлорежущего оборудования был выбран 4-х осевой токарный обрабатывающий центр с возможностью программирования положения шпинделя и установкой дополнительного вспомогательного оборудования, в данной работе – самоцентрирующегося подвижного люнета. Анализ рынка отечественного металлообрабатывающего оборудования (были рассмотрены модели станков компаний «F.O.R.T», «СТАН», «Калашников», «ПЗМЦ» и др.) привел к выбору токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ Протон Т630Р производства Пермского завода металлообрабатывающих центров (ПЗМЦ).

При выборе транспортного устройства мы ориентировали на промышленные роботы-манипуляторы, которые подбирались с учетом таких критериев, как грузоподъемность (робот-манипулятор должен выдерживать вес равный сумме нескольких деталей), а также большая зона досягаемости. Причем, зона действия робота должна быть достаточной, чтобы дотянуться до рабочей зоны обрабатывающего центра с учетом ориентировочного расстояния от робота до станка не менее 1500 мм. По результатам анализа рынка роботов-манипуляторов российского производства был выбран робот-манипулятор RX-50 с максимальной досягаемостью 1888 мм и грузоподъемностью до 80 кг производства компании «Роботех» (г. Пермь).

При выборе автоматизировано контрольно-измерительной машины (КИМ) был проведен анализ рынка российских КИМ с учетом степени локализации их производства. В результате была выбрана КИМ -1400 компании «Лапик» (г. Саратов), которая имеет дискретность отсчета 0,079 мкм.

Под выбранное оборудование была разработана маршрутно-операционная технология изготовления детали-представителя группы. В ходе разработки технологии мы ориентировались на российский рынок металлорежущих инструментов и проанализировали возможности и характеристики металлорежущих инструментов компаний Кировградский завод твердых сплавов (КЗТС), InTool (страна бренда – Россия, страна производства – Китай), предприятия «Скиф-М», г. Белгород и ЗАО «Новые инструментальные решения», г. Рыбинск (НИР). По результатам анализа были выбраны резцы и пластины производства КЗТС, расточные оправки производства InTool, фрезы и фрезерные оправки производства Скиф-М и осевой инструмент (в т.ч. резьбонарезной) производства НИР. Анализ стойкости выбранные инструменты показал, что выбранные отечественные инструменты не уступают по качеству таким международным брендам, как SANDVIK, Iscar и др. и правильно подобранный инструмент в сочетании с высококачественным оборудованием позволяют обеспечить высокое качество деталей с минимальными трудозатратами на их механическую обработку.

Таким образом, в ходе выбора оборудования, технологической и инструментальной оснастки была учтена экономическая ситуация, сложившаяся на территории России в 2022-23 году, а именно санкционная политика других стран, заставившая крупные компании, связанные с высокими технологиями в сфере производства покинуть российский рынок. В результате все подобранное оборудование и инструмент производится на территории России, лишь малая часть инструментального обеспечения на территории – Китая.

При компоновке ГПС необходимо обеспечить пространство для удобства обслуживания системы и оптимизация перемещения робота-манипулятора [1]. Наиболее подходящей была признана компоновка с линейным расположением оборудования, т.к. при круговом расположении с нечетным количеством обрабатывающих центров не остаётся пространства для обслуживания оборудования. Однако при круговом расположении перемещение манипулятора минимизировано и для того чтобы минимизировать перемещение при линейном расположении производственный паллетный стол был приставлен к каждому обрабатываемому центру. Такая компоновка позволяет манипулятору не возвращаться от каждого станка к исходной точке, чтобы взять заготовку. Для расположения детали на КИМ манипулятор перемещает деталь на стол, а затем уже рабочий располагает деталь на столе КИМ.

В результате проектирования была выбрана оптимальная компоновка ГПС, одновременно обеспечивающая пространство рабочему для обслуживания оборудования и использующая пространство с максимальной эффективностью. Созданная гибкая роботизированная ячейка обеспечивает гибкость по процессу, т.к. ориентирована на заданное производство заданного множества деталей, гибкость по продукции, т.к. позволяет быстро и экономично переключаться на выпуск новых деталей, гибкость по объему производства, как возможность экономически эффективно работать при различных объемах производства, маршрутную гибкость, которая обусловлена способностью продолжать обработку заданного множества деталей при отказах отдельных модулей, а также машинную гибкость, как легкость перестройки технологических элементов для производства заданных типов деталей.

Таким образом, в ходе разработки была спроектирована гибкая автоматизированная ячейка для групповой обработки деталей «Шток» различной конфигурации. Проведенные опытно-конструкторские работы по созданию гибкой автоматизированной ячейки позволили частично реализовать в рамках машиностроительного предприятия концепцию Индустрии 4.0, осуществить цифровизацию механообрабатывающего производства и цифровизацию управления им. Система позволила обеспечить бесперебойное производство деталей и быструю переналадку гибкой автоматизированной ячейки на новый тип деталей.

\*\*\*

1. Ващенко, П.А. Комплекс роботизированных модулей для механообработки деталей типа «Втулка» // Автоматизация в промышленности. 2021. N12. С. 49-51.
2. Дуюн И.А., Чуев К.В. Оценка эффективности работы гибких производственных систем и роботизированных комплексов с использованием имитационного моделирования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 4. С. 91-100.
3. Мирошин, Д.Г., Рычагова, О.А. Гибкие автоматизированные системы в диверсификации машиностроительного производства // Автоматизация в промышленности. 2020. № 7. С. 30-32.
4. Сердюк, А.И., Сергеев, А.И., Корнилов, М.А. Формализованное описание работы гибких производственных систем при создании систем компьютерного моделирования // СТИН. 2016. № 7. С. 12-18

**Морозова С.С.**

**Медные трубопроводы: Решение для систем отопления и внутреннего газоснабжения**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-553

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает преимущества использования медных трубопроводов в системах отопления и внутреннего газоснабжения. Описываются основные характеристики медных труб, их преимущества, а также рекомендации по установке и обслуживанию.

**Ключевые слова:** медные трубопроводы, системы отопления, газоснабжение, долговечность, теплопроводность, коррозионная стойкость, установка, обслуживание.

#### **Abstract**

This article examines the advantages of using copper pipelines in heating and internal gas supply systems. The main characteristics of copper pipes, their advantages, as well as recommendations for installation and maintenance are described.

**Keywords:** copper pipelines, heating systems, gas supply, durability, thermal conductivity, corrosion resistance, installation, maintenance.

Медные трубопроводы давно зарекомендовали себя как одно из наиболее надежных и универсальных решений для систем отопления и внутреннего газоснабжения. Их широкое применение в строительстве и ремонте зданий обусловлено рядом преимуществ, которые они

обеспечивают: от долговечности и устойчивости к коррозии до простоты монтажа и эстетического вида.

В последнее время, медные трубопроводы стали широко применяться при проектировании систем отопления, внутреннего водоснабжения и газоснабжения в жилых домах и коттеджах, а также в системах холодоснабжения для передачи холода. Их привлекательность обусловлена рядом положительных свойств, проистекающих из особенностей физико-химических характеристик медных сплавов. Среди этих преимуществ можно выделить следующие:

1. Медь обладает достаточной пластичностью, что позволяет выдерживать давление, возникающее при замерзании воды в системах отопления.
2. Медь является отличным теплопроводником, что делает её идеальным материалом для систем отопления. Благодаря этому свойству, медные трубы обеспечивают эффективное распределение тепла по всей системе, что помогает сэкономить энергию и обеспечить комфортный климат в помещении.
3. Медные трубы способны выдерживать высокие температуры, что делает их идеальным выбором для систем отопления, работающих при повышенных температурах.
4. Медные трубы легко поддаются обработке и установке. Они могут быть легко изгибаемы и соединяются между собой при помощи фитингов, что делает процесс монтажа быстрым и удобным.
5. Медные трубы устойчивы к коррозии, что обеспечивает их долгий срок службы.
6. Медные соединения обычно обеспечивают герметичность системы, предотвращая утечки жидкости или газа.
7. Внутренняя поверхность медных труб имеет малую шероховатость, что снижает сопротивление потоку и потери давления.
8. Медь обладает свойствами, которые способствуют уменьшению размножения бактерий в системе.
9. Медные трубы имеют длительный срок эксплуатации, который превышает срок службы стальных труб в два раза и более.
10. Медь имеет небольшой коэффициент линейного расширения, что делает ее стабильным материалом при изменениях температуры.
11. Медные трубы легко монтируются с использованием фитингов, хотя процесс пайки может быть более сложным и длительным.

Однако стоимость медных труб является их основным недостатком. Они часто дороже стальных и полипропиленовых труб. Недостатком также является возможное усиление коррозии стальных и алюминиевых деталей при их контакте с медью в водной среде, что может быть решено с использованием переходников из бронзы или нержавеющей стали. Еще медные трубы имеют склонность к ускоренному разрушению в присутствии кислых сред, таких как углекислый газ. Высокая стоимость материала также является значительным ограничивающим фактором для широкого применения медных труб. Сравнивая, стоимость одного погонного метра медной трубы превышает стоимость стальной водогазопроводной более чем в три раза.

Высокая теплопроводность меди может быть и достоинством, и недостатком, в зависимости от конкретных условий эксплуатации. В России с 2005 года действует нормативный документ СП 40-108–2004 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий из медных труб».

Медные трубы бывают отожженными (мягкими) и неотожженными (твердыми). Мягкие медные трубы обрабатываются методом отжига с последующим охлаждением до 700 °С, что придает им пластичность, что позволяет их гнуть без риска ломки. Предел прочности отожженных труб составляет 340–450 МПа, а неотожженных – 220 МПа.

В многих жилых домах медные трубы используются для создания систем отопления и горячего водоснабжения. Их долговечность и устойчивость к коррозии делают их

предпочтительным выбором для обеспечения надежной работы систем в течение многих лет. Например, в новых строительных проектах медные трубы часто применяются для прокладки теплого пола, обеспечивая комфортный климат внутри помещений. Для газопроводов-вводов на частных территориях можно использовать надземную прокладку медных труб, если их длина не превышает 50 м и наружный диаметр труб не более 64 мм. Подземная прокладка допускается при длине до 100 м и наружном диаметре от 54 до 267 мм.

В промышленных предприятиях медные трубы могут использоваться как часть систем технологических процессов или для транспортировки специфических жидкостей или газов. Их высокая устойчивость к коррозии и прочность делают их незаменимым материалом для работы в агрессивных средах.

Медные трубы, используемые во внутренних газопроводах, должны соответствовать ГОСТ Р 52318–2005. Фитинги из меди и медных сплавов, применяемые в качестве соединительных деталей, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52922–2008. При прессовании соединения трубопроводов и фитингов должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52948–2008. При использовании фитингов-переходников из меди с разными концами (для пайки или прессования с одной стороны и резьбовыми с другой) монтаж должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 52949–2008. Производство, технические характеристики, контроль качества и хранение труб регламентируются ГОСТ 617–2006. Диаметр медных труб составляет от 3 до 360 мм, а толщина стенки – от 0,8 до 10 мм. Для внутренних газопроводов толщина стенки должна быть не менее 1 мм.

Сегодня в инженерной практике широко используются номограммы, на которых для соответствующих диаметров трубопроводов связываются основные параметры, такие как расход (в объемном или массовом измерении) и удельные потери давления. В некоторых случаях также отображают изолинии скорости потока. В случае систем отопления с медными трубопроводами в документе представлены номограммы, которые называются «для приближенного гидравлического расчета». Тем не менее, эти номограммы имеют свои ограничения, включая использование зависимости от наружного диаметра трубы без учета ее толщины стенки и крупный шаг делений шкал.

При выборе медных труб необходимо учитывать толщину стенки, которая должна соответствовать требованиям конкретной системы. Более высокие температуры или давление могут потребовать использования труб с более толстой стенкой. Важно также правильно соединять медные трубы между собой и с фитингами, чтобы исключить возможность утечек. Для этого следует использовать соответствующие методы соединения и инструменты.

Медные трубопроводы остаются одним из наиболее надежных и универсальных решений для различных систем отопления и внутреннего газоснабжения. Их преимущества включают высокую долговечность, эффективную теплопроводность, устойчивость к коррозии и высоким температурам, а также эстетическую привлекательность. Применение медных трубопроводов в различных типах зданий и системах подтверждает их надежность и эффективность в широком спектре условий эксплуатации.

\*\*\*

1. Газоснабжение: учеб. для вузов / А.А. Ионин [и др.]; под ред. В.А. Жилы. – М.: АСВ, 2011. – 471 с.
2. Сасин В.И. Отопительные приборы в современном строительстве / «АВОК». - 2007. - №8.
3. Щелоков Я. М. Выбор отопительных приборов / «Новости теплоснабжения». - 2005. - №9.1989.

**Назарова Д.И.**

**Легкие газовые решения: перспективы композитных баллонов для потребителей**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-554

#### **Аннотация**

Статья рассматривает применение композитных газовых баллонов и обсуждает преимущества таких баллонов перед традиционными металлическими в контексте легкости, прочности, коррозионной стойкости и экологической безопасности.

**Ключевые слова:** композитные газовые баллоны, газоснабжение, потребители, преимущества, промышленное использование, бытовое использование.

### Abstract

The article examines the use of composite gas cylinders and discusses the advantages of such cylinders over traditional metal ones in the context of lightness, strength, corrosion resistance and environmental safety.

**Keywords:** composite gas cylinders, gas supply, consumers, advantages, industrial use, domestic use.

Одной из сфер, в которой композитные материалы демонстрируют свою эффективность, является газоснабжение потребителей. Композитные газовые баллоны – это инновационное решение, которое предлагает ряд преимуществ и возможностей в сравнении с традиционными металлическими баллонами.

Композитные газовые баллоны представляют собой емкости для хранения и транспортировки сжатых газов, изготовленные из современных композитных материалов. Обычно они состоят из стекловолокна, углепластика и специальных полимерных смол, обеспечивающих высокую прочность, легкость и устойчивость к коррозии. Эти баллоны могут использоваться для хранения различных видов газов, включая пропан, метан, кислород и другие.

Одним из основных преимуществ композитных газовых баллонов является их легкий вес при высокой прочности, что делает их идеальным выбором для транспортировки и установки как на стационарных, так и на передвижных объектах.

В отличие от металлических баллонов, композитные не подвержены коррозии, что повышает их долговечность и обеспечивает безопасность хранения газа. Благодаря использованию современных материалов, композитные баллоны могут быть изготовлены с прозрачными секциями, что позволяет легко контролировать уровень газа внутри баллона и предотвращает неожиданные сбои в работе.

Применение композитных материалов снижает воздействие на окружающую среду за счет уменьшения использования металлических ресурсов и улучшения устойчивости к воздействию внешних факторов.

В промышленности композитные баллоны применяются для хранения и транспортировки различных газов, используемых в производственных процессах. А в бытовых условиях композитные газовые баллоны могут использоваться для снабжения газом домашних приборов, таких как плиты, водонагреватели и газовые камины. Хотя до недавнего времени основным источником газоснабжения для таких потребителей были металлические газовые баллоны различной вместимости, в основном от 5 до 50 литров. Для оптимизации использования таких баллонов и обеспечения безопасности проведено значительное количество исследований, направленных на определение режимов их эксплуатации, частоты заправки, срока службы, а также условий для эффективной регазификации сжиженных углеводородных газов.

Тем не менее, использование металлических газовых баллонов сопряжено с рядом существенных недостатков:

- Увеличенная металлоемкость на каждый хранимый и перевозимый газ, что приводит к неэффективности использования пространства.
- Сложность и трудоемкость процессов по заправке, опорожнению, обслуживанию и проверке газовых баллонов.
- Повышенная пожаро- и взрывоопасность при обращении с металлическими баллонами.
- Трудности, связанные с погрузкой и выгрузкой баллонов на грузовых и пассажирских транспортных средствах, а также у потребителя.

- Отсутствие механизма для отслеживания уровня заполнения газа в баллоне, что может приводить к значительным потерям газа и ухудшению экономических показателей систем газоснабжения с использованием сжиженных газов.

Композитные газовые баллоны способны преодолеть большинство перечисленных недостатков и предоставляют следующие преимущества:

- Увеличение прочности к разрыву вдвое по сравнению с металлическими баллонами.
- Удобство переноски благодаря наличию съемного пластикового чехла с ручками для переноски.
- Полипропилен, из которого изготовлены композитные баллоны, окружающей среде безопасен, и его утилизация легка.
- Возможность окраски баллона в различные цвета, что позволяет адаптировать его под интерьер помещений.
- Присутствие плавкой вставки в конструкции баллона, что исключает необходимость в установке предохранительных устройств.
- Устойчивость материала баллона к ультрафиолетовому излучению и коррозии.
- Меньший вес композитных баллонов с пластиковым защитным чехлом почти в два раза легче, чем металлических баллонов того же объема.
- Редкость проведения процедуры освидетельствования композитных баллонов, которая требуется лишь раз в 10 лет, что в два раза реже, чем в случае с металлическими баллонами.
- Встроенный обратный клапан избыточного давления, который, при необходимости, способен предотвратить разрыв баллона, открываясь при достижении минимально допустимого давления.

Итак, композитные газовые баллоны представляют собой более современное, удобное и безопасное решение для обеспечения газоснабжения индивидуальных потребителей, при этом они способствуют более эффективному использованию ресурсов и снижению экологического воздействия.

Следует также учесть, что композитные газовые баллоны обладают существенным недостатком, который заключается в их высокой стоимости, превышающей цену металлических аналогов в четыре раза, создавая финансовые ограничения для потенциальных потребителей и ограничить доступность данного решения.

Кроме того, важно отметить, что на данный момент отсутствуют отечественные исследования, направленные на обоснование параметров паропроизводительности, определение условий применения и режимов эксплуатации композитных газовых баллонов. Для разработки рекомендаций по применению баллонов нового поколения в климатических условиях Российской Федерации необходимо провести дополнительные исследования и адаптировать результаты мировых исследований к местным условиям.

Таким образом, несмотря на многочисленные преимущества композитных газовых баллонов, их высокая стоимость и нехватка исследовательских данных по их использованию в России могут ограничивать их внедрение на данном рынке.

Для преодоления препятствий, связанных с высокой стоимостью композитных газовых баллонов, необходимо провести анализ экономической эффективности и рентабельности их применения. Важно выявить области, в которых композитные баллоны могут оказаться наиболее конкурентоспособными, а также разработать меры поддержки и стимулирования их использования, например, через налоговые льготы или субсидии для потребителей.

Что касается отсутствия научных исследований, специфичных для российских климатических условий, то проведение таких исследований является критически важным, адаптируя режимы работы композитных баллонов к холодным зимам и другим особенностям российских условий. Важно также учитывать влияние климата на производительность и

безопасность этих баллонов, чтобы обеспечить их надежную работу в различных регионах страны.

В итоге, несмотря на высокую цену и отсутствие исследований, композитные газовые баллоны представляют собой перспективное решение для газоснабжения потребителей. Развитие их использования в России требует совместных усилий государства, научных исследователей и предприятий, чтобы обеспечить эффективное и безопасное газоснабжение в будущем.

Применение композитных газовых баллонов в газоснабжении потребителей представляет собой эффективное и инновационное решение, обеспечивающее высокую прочность, легкость и безопасность при хранении и транспортировке газов. Эти баллоны находят широкое применение в различных отраслях, способствуя экономии ресурсов и снижению воздействия на окружающую среду

\*\*\*

1. Теплотехника. - М.: Высшая школа, 2009. - 672 с.
2. Теплотехника. Учебник. - М.: Машиностроение, 1986. - 432 с.
3. Комков, В. А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 320 с.
4. Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. - М.: Лань, 2013. - 176 с.

**Нарушев Е.В.**

**Подходы в обновлении газопроводной инфраструктуры**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-555

#### **Аннотация**

Данная статья обсуждает значимость и перспективы применения бестраншейных методов реконструкции стальных газопроводов. Статья освещает основные принципы этих методов, их преимущества и влияние на экологию, экономику и безопасность. Подчеркивается важность инвестирования в развитие таких технологий для обеспечения устойчивого функционирования энергетической инфраструктуры.

**Ключевые слова:** бестраншейные методы, реконструкция газопроводов, стальные трубопроводы, экологическая устойчивость, безопасность

#### **Abstract**

This article discusses the importance and prospects of using trenchless methods of reconstruction of steel gas pipelines. The article highlights the basic principles of these methods, their advantages and impact on the environment, economy and security. The importance of investing in the development of such technologies to ensure the sustainable functioning of the energy infrastructure is emphasized.

**Keywords:** trenchless methods, reconstruction of gas pipelines, steel pipelines, environmental sustainability, safety

Стальные газопроводы широко используются благодаря своей прочности и долговечности, однако их реконструкция, особенно в городских и густонаселенных районах, может представлять сложности из-за ограниченного доступа и потенциальных экологических последствий.

В свете этого возникла необходимость в разработке и применении бестраншейных методов реконструкции стальных газопроводов. Такие методы представляют собой технологический прорыв, позволяющий проводить работы без необходимости вскрывать

землю, минимизируя проблемы с нарушением окружающей среды, уменьшая временные задержки и снижая операционные затраты.

1. Технология горизонтального направленного бурения (ГНБ) – это метод, который позволяет прокладывать трубопроводы под землей горизонтально, минуя препятствия на поверхности. Он особенно полезен при реконструкции газопроводов в городских районах, где доступ ограничен, а повреждения дорог и других инфраструктур нежелательны. ГНБ также снижает воздействие на окружающую среду, поскольку минимизирует количество выкопанной земли.
2. Роботизированные системы могут проводить диагностику состояния газопроводов и производить ремонтные работы, не требуя значительных земляных работ, что позволит эффективно реагировать на повреждения и износ газопроводов, минимизируя простои и обеспечивая безопасность эксплуатации.
3. Технологии лазерного сваривания и резки позволяют проводить операции с газопроводами без необходимости отключения их от системы, сокращая время реконструкции и минимизирует влияние на жизнедеятельность обслуживаемых регионов.

Благодаря отсутствию необходимости выкапывать траншеи, бестраншейные методы реконструкции (далее по тексту – БМР) снижают разрушение почвы, минимизируют риск загрязнения почвенных и водных ресурсов. Бестраншейные методы сокращают затраты на реконструкцию газопроводов за счет сокращения времени выполнения работ, уменьшения необходимости в ручной рабочей силе и снижения затрат на восстановление поврежденной инфраструктуры. БМР стальных газопроводов представляют собой инновационный подход, который позволяет проводить обновление и восстановление газопроводов без необходимости копки и разрушения земельной поверхности.

Перестройка действующих стальных подземных газопроводов представляет собой сложный комплекс мероприятий, целью которых является обеспечение непрерывного и безаварийного поставки газа потребителям. Такие меры направлены на повышение надежности, промышленной и экологической безопасности при эксплуатации газопроводов, а также на улучшение их технических характеристик и технико-экономических показателей, улучшение условий эксплуатации.

Решение о выборе конкретного метода восстановления газораспределительных сетей без использования траншеи принимается после разработки общей схемы реконструкции газовой сети на основе сравнительного анализа различных вариантов и расчета пропускной способности газопровода с учетом предъявляемых требований.

Применение БМР имеет неоспоримые преимущества:

1. Они способствуют уменьшению дискомфорта для местных жителей, так как они не создают больших барабанов и не привлекают большое количество рабочей силы.
2. Меньшая вероятность повреждения подземных кабелей и коммуникаций, что способствует снижению затрат на восстановление и ремонт.
3. Они сокращают разрушение почвы и снижают риски утечки газа, что важно для сохранения экологической устойчивости.
4. Позволяют проводить работы независимо от погодных условий и снижают зависимость от временных ограничений.
5. Экономия времени и средств.

Технология внедрения полиэтиленовой трубы внутрь старого стального газопровода имеет два варианта:

- Протяжка обычной круглой трубы, при этом диаметр реконструируемого газопровода уменьшается.

- Протяжка профилированной трубы, у которой поперечное сечение временно уменьшено, но способной восстановить свою первоначальную форму, существенно не изменяя диаметр реконструируемого газопровода.

На данный момент существуют различные методы бестраншейного восстановления трубопроводов, включая:

- Протаскивание полиэтиленовой трубы с разрушением старой трубы.
- Протаскивание полиэтиленовой трубы в существующий трубопровод без разрушения старой трубы.
- Протяжка недеформированной трубы в трубу с плотным прилеганием.
- Протяжка недеформированной трубы в трубу с неплотным прилеганием.
- Протяжка предварительно деформированной (смятой до меньших размеров) трубы внутрь старой трубы с использованием несущих свойств старой трубы или полной механической прочности.
- Протяжка профилированной трубы.

Использование технологии протаскивания полиэтиленовой трубы с разрушением старого трубопровода подходит в случае, если требуется сохранить или незначительно увеличить проходимость существующего трубопровода. Такой метод включает сваривание полиэтиленовых труб в плет, которая устанавливается рядом с рабочей ямой. Затем, при помощи мощной лебедки, плет протягивается внутрь существующего трубопровода. В процессе протяжки наконечник разрушает старые трубы и создает кольцевое пространство для протаскивания полиэтиленовой трубы, диаметр которой соответствует диаметру старого трубопровода.

Также существует возможность переложения трубопровода с увеличением его диаметра на один типоразмер. Для этого сначала протягивается наконечник, который разрушает старый трубопровод и расширяет канал в земле. Затем к наконечнику подсоединяется плет из полиэтиленовых труб, которая протягивается в увеличенный канал.

При использовании метода протаскивания полиэтиленовой трубы внутрь существующего трубопровода без разрушения с плотным прилеганием, полиэтиленовая труба, наружный диаметр которой соответствует внутреннему диаметру восстанавливаемого трубопровода, затягивается внутрь. Данный метод имеет преимущество в минимальном уменьшении проходного сечения трубопровода. Однако он требует наличия специального оборудования и лицензии от фирмы-разработчика технологии, а также больших размеров рабочей площадки и рабочего котлована. Также необходимо согласование с фирмой-разработчиком относительно материала труб.

Технология протаскивания полиэтиленовой трубы в существующий трубопровод без разрушения с неплотным прилеганием является наиболее простой из бестраншейных методов восстановления трубопроводов. Она имеет преимущество в минимальном ассортименте оборудования для выполнения работ, такого как машина для сварки встык, лебедка и оборудование для прочистки и телевизионной инспекции трубопроводов, но недостатком является уменьшение проходного сечения трубопровода, что может быть неприемлемо в некоторых случаях. Кроме того, также требуются большие размеры рабочей площадки и рабочего котлована.

При протяжке предварительно деформированных или профилированных труб в старую трубу с использованием несущих свойств старой трубы или полной механической прочности, используется эффект памяти формы полиэтиленовых труб. Он рекомендуется для восстановления трубопроводов, которые сохраняют механическую прочность, но имеют небольшие повреждения, ведущие к утечкам, а также имеет преимущество в минимальном количестве необходимого оборудования, его простоте и экономической выгоде и позволяет увеличить проходную способность восстановленного трубопровода и получить гладкую внутреннюю поверхность.

Преимущество технологии протяжки деформированных труб полной механической прочности заключается в том, что в результате получается структурно независимая труба со свойствами и сроком эксплуатации, сравнимыми с новой трубой. При этом старая труба не участвует в работе и не влияет на работу восстановленного трубопровода.

Бестраншейные методы реконструкции стальных газопроводов представляют собой значительный технологический прорыв, содействующий устойчивому развитию и обеспечению

безопасности энергетической инфраструктуры. Их применение не только сокращает экологическое воздействие и экономические затраты, но и повышает уровень безопасности эксплуатации газопроводов.

\*\*\*

1. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб. СП 42-102-2004. - Москва: Высшая школа, 2017. - 224 с
2. Харионовский, Владимир Глубоководные газопроводы / Владимир Харионовский. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2016. - 572 с.
3. Шпотаковский, М.М. Тепловые режимы магистральных газопроводов / М.М. Шпотаковский. - М.: Нефть и газ, 2018. - 160 с.

**Панина К.Д., Коваленко К.К., Туманова М.И.**

**Создание концепт-продукта для защиты рук от бактериального воздействия**

*Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-556

#### **Аннотация**

В современных промышленных условиях руки подвержены многочисленному перечню рисков, влекущие за собой заболевания человека. Для того, чтобы сохранить руки работников, ежегодно создаются все новые средства защиты по принципу «легче, прочнее, безопаснее». Однако главным фактором защиты, всегда является обеспечение работников средствами индивидуальной защиты для сохранения здоровья в условиях распространения вирусных заболеваний в современном мире, при работе в отраслях промышленности, сельском хозяйстве. Средства для защиты рук имеет первостепенное значение, особенно для медицинских работников, непосредственно находящихся в контакте при работе с заболевшими и болеющими людьми. В данной научно-исследовательской работе рассматривается вопрос создания средств защиты рук от бактериального воздействия.

**Ключевые слова:** защита, руки, расчет, исследование, расчет, параметры, антисептик

#### **Abstract**

In modern industrial conditions, hands are exposed to a numerous list of risks that lead to human diseases. In order to preserve the hands of workers, new protective equipment is created every year according to the principle "lighter, stronger, safer." However, the main factor of protection is always providing workers with personal protective equipment to maintain health in the context of the spread of viral diseases in the modern world, when working in industries and agriculture. Hand protection is of utmost importance, especially for healthcare workers who are in direct contact when working with sick and ill people. This research work examines the issue of creating hand protection from bacterial exposure.

**Keywords:** protection, hands, calculation, research, calculation, parameters, antiseptic

В настоящее время основными причинами производственного травматизма являются организационные, технические, санитарно-гигиенические и другие факторы. В соответствии 221 статьей ТК РФ от 2001 года для всех категорий работников для защиты от вредных и опасных факторов производственной среды выдаются бесплатно СИЗ. Особо актуальным решением вопроса выдачи бесплатных дезинфицирующих средств индивидуальной защиты для работников, работающих в области медицины и здравоохранения.

**Рабочая гипотеза** - повышения уровня гигиены рук, путем использования средств индивидуальной защиты в виде резиновых перчаток, с закрепленным на внутренней стороне перчатки антисептика в виде капсулы.

**Цель исследования** - обосновать использование концепт-продукта - резиновых перчаток, с закрепленным, на внутренней стороне перчатки антисептика в виде капсулы.

**Задачи исследования.**

1. Провести анализ современных средств индивидуальной защиты рук.
2. Создать модель концепт-продукта для защиты рук.
3. Провести теоретический расчет параметров средств защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.

**Научная новизна работы** состоит в предлагаемой модели концепт-продукта для защиты рук.

На современном этапе при борьбе с COVID и другими вирусными заболеваниями, особенно для медицинского персонала, важно обеспечение работников средствами индивидуальной защиты. В целях защиты рук от бактериального загрязнения при работе медицинского персонала в соответствующих медицинских учреждениях необходимо соблюдение правил гигиены и санитарии для предотвращения передачи инфекций. Это включает в себя регулярное мытье рук, использование средств индивидуальной защиты, таких как перчатки, маски и защитные очки, а также очистку и дезинфекцию поверхностей и оборудования.

Некоторые из этих бактерий могут быть опасными для здоровья человека. Например, на руках могут находиться бактерии, которые вызывают инфекции мочевыводящих путей, пищевых отравлений, диареи и других заболеваний, а также некоторые бактерии могут быть особенно опасными для людей с ослабленной иммунной системой, таких как младенцы, пожилые люди и люди с хроническими заболеваниями.

Кроме того, на руках могут находиться бактерии, которые являются резистентными к антибиотикам. Эти бактерии могут передаваться через контакт с руками, поэтому регулярное мытье рук может снизить риск заражения.

Сохранение здоровья в современных условиях возможно путем использования средств индивидуальной защиты рук в виде перчаток с закрепленным на внутренней стороне перчатки антисептика в виде капсулы. Разработка нового продукта - средств индивидуальной защиты рук с улучшенными характеристиками защиты в виде закрепленного с тыльной стороны перчатки антисептика в капсуле, могут существенно повысить безопасность труда работников медицинских учреждений.

Проведем анализ существующих средств индивидуальной защиты для рук. Кожа человека состоит из эпидермиса, дермы (собственно кожи) и подкожной жировой клетчатки. Функции кожи: защитная, терморегуляционная; выделительная, обменная, рецепторная. Применение средств защиты рук является необходимой мерой предотвращения воздействия опасных факторов на кожу рук работников: от механических воздействий, контакта с агрессивными средами, при работе в экстремальных климатических условиях или специальных работах.

В зависимости от типа опасности работник должен подобрать средства защиты рук. Кожу рук защищают рукавицами, перчатками, а также защитными кремами перед и после работы. В представленном ниже перечне указаны некоторые виды перчаток для защиты от различных типов опасности. Перчатки для защиты от различных типов опасности.

Перчатки «Билд» - соответствуют нормам ГОСТ 12.4.010-75, 12.4.183-91 – данный вид перчаток изготавливаются по технологии бесшовной вязки, за счет своего рельефного латексного покрытия, перчатки выводят воду, попавшую в пространство между перчаткой и контактной поверхностью предмета. Данные перчатки защищают от механического воздействия, а также подходят для строительных работ, автомобилестроения.

Перчатки «ХеликсВет» - соответствуют нормам ГОСТ 12.4.010-75, 12.4.183-91 – этот вид перчаток актуален, в связи с тем, что они обеспечивают максимальный уровень защиты от порезов, а также устойчивость к истиранию. Применяются при металлообработке, в автомобильной промышленности, при работах со стеклом.

Перчатки «Профапрен CF33» - соответствует нормам ГОСТ 20010-93 – они защищают от воздействия кислот и щелочей (до 100%). Антибактериальная обработка предотвращает раздражение кожи рук. Применяются на предприятиях химической промышленности, в типографиях.

На основе анализа предлагается модель для защиты рук (Рисунок 1).



Рисунок 1. Концепт-продукт для защиты рук.

Принцип работы состоит в следующем. Работник перед началом работы прокалывает капсулу с антисептиком, распределяет равномерно по поверхности перчаток защитный антисептик, производя таким образом, обработку рук. Для эффективной дезинфекции рук рекомендуется использовать достаточное количество антисептика, чтобы покрыть все поверхности рук и растереть его до полного высыхания. Обычно для этого требуется от 2 до 3 мл антисептика на одно использование. Таким образом, объем антисептика, необходимый для наполнения капсулы на перчатке, может варьироваться в зависимости от размеров капсулы и ее вместимости, а также от того, сколько антисептика требуется для эффективной дезинфекции рук. Для определения точного объема антисептика, необходимого для концепт-продукта резиновых перчаток с капсулой с антисептиком, требуется провести более детальный расчет и экспериментальные исследования. Также следует учитывать, что перчатки с капсулой с антисептиком могут иметь ограничения в использовании, такие как ограниченный период хранения и необходимость замены перчаток после каждого использования для обеспечения эффективной дезинфекции.

Ниже приведена методика расчета параметров средств защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов [1].

1. Расчет времени действия средства защиты.

$$\tau(t) = \sum_{k=1}^m \tau_k(t) \leq \tau_{C3}$$

$\tau(t)$  – суммарная продолжительность работы;

$\tau_{C3}$  – время сохранения защитных свойств;

$m$  – количество случаев появления работника в зоне действия вредного фактора;

$\tau_k(t)$  – продолжительность работы персонала.

2. Вероятность работоспособности средства защиты.

$$P_{\delta}(\tau) = F[\tau(t) \leq \tau_{3C}]$$

3. Вероятность возникновения отказа средства защиты.

$$Q(\tau) = 1 - P_{\delta}(\tau) = 1 - F[\tau(t) \leq \tau_{3C}]$$

Также можно рассчитать гарантийную наработку средств защиты. Чтобы с доверительной вероятностью  $\gamma = 0,99$  обеспечить безопасность персонала в течение календарного месяца средства индивидуальной защиты должны выдержать двенадцать часов непрерывной работы в условиях воздействия вредного фактора.

**Вывод.** Таким образом, для достижения защиты рук от бактериального воздействия (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* и других бактерий) медицинского работника необходимо соблюдать правила гигиены и санитарии, использовать средства индивидуальной защиты и проводить регулярную дезинфекцию поверхностей и оборудования. В данной

научно-исследовательской работе проведен анализ современных средств индивидуальной защиты рук, предложен концепт-продукта для защиты рук.

\*\*\*

1. Безопасность жизнедеятельности в примерах и задачах : учеб. пособие / А.А. Волкова, В.Г. Шишкунов, А.О. Хоменко, Г.В. Тягунов ; под общ. ред. канд. техн. наук, доц. А.О. Хоменко.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018.— 120 с.

**Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Сергеев И.С.**  
**Особенности электронагрева ТВЧ в магнитном поле**

*Донской государственный технический университет  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-557

**Аннотация**

В статье анализируется воздействие внешним магнитным полем на стали при индукционном нагреве. Выявлены закономерности в изменении кинетики нагрева.

**Ключевые слова:** токи высокой частоты, термическая обработка в магнитном поле, электронагрев, электроотпуск, генератор, вихревые токи.

**Abstract**

The article analyzes the effect of an external magnetic field on steel during induction heating. Regularities in changes in heating kinetics are investigated.

**Keywords:** high frequency currents, heat treatment in a magnetic field, electric heating, electric tempering, generator, eddy currents.

Одна из особенностей ТОМП заключается в целесообразности ее применения при поштучной обработке деталей [1-4], например, нагревом ТВЧ.

Эффекты упрочнения при глубинном электронагреве могут быть более значительными при обеспечении индукционного нагрева со скоростью отличной от той, которая достигается при использовании генераторов звукового диапазона. В связи с этим целесообразно применение постоянного внешнего магнитного поля в процессе выполнения операций с применением ТВЧ.

При наложении внешнего постоянного магнитного поля, достаточного для насыщения ферромагнитного нагреваемого объекта, следует ожидать изменений в кинетике нагрева. Это вызывается изменением магнитного состояния объекта – снижением его магнитной проницаемости, характерным для намагничивания в области парапроцесса, что приводит к снижению тепловой мощности, приходящейся на единицу поверхности нагреваемого объекта [2].

Выше точки Кюри влияние магнитного поля, по-видимому, не должно сказываться из-за малой магнитной восприимчивости материала, и скорость нагрева останется такой же, как была бы в этом температурном интервале без поля. В ходе исследования были получены расчетные кривые индукционного нагрева для условий обычного нагрева и при наложении магнитного поля. Влияние магнитного поля на кинетику нагрева ТВЧ экспериментально изучено на образцах из стали, серого и ковкого чугуна с различной исходной структурой матрицы путем осциллографирования термических кривых нагрева поверхностного слоя. На рисунке 1 представлены термические кривые индукционного нагрева без поля и в магнитном поле.

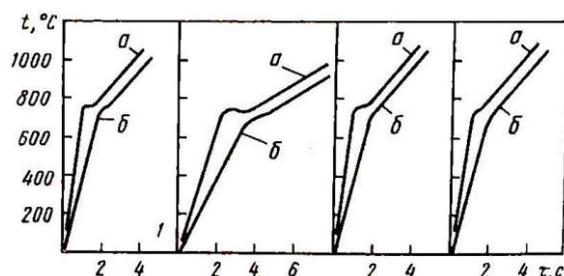


Рисунок 1. Термические кривые индукционного нагрева без поля (а) и в магнитном поле (б). Слева направо: 1, 2 – сталь 45; 3 – ферритный ковкий чугун; 4 – перлитный серый чугун.

Независимо от исходной структуры и начальной скорости процесса при температурах ниже точки Кюри нагрев в поле протекает с меньшей скоростью; при более высоких температурах наблюдается плавный переход к новой скорости, равной скорости нагрева без поля в том же температурном интервале [2].

Достоверность выводов о причине снижения скорости индукционного нагрева в магнитном поле подтверждают результаты эксперимента по изучению кривых нагрева образцов с разной толщиной стенки. Наблюдается сближение обычных термических кривых с кривыми нагрева в магнитном поле по мере уменьшения толщины стенки образца, что свидетельствует о взаимосвязи скорости нагрева и глубины проникновения вихревых токов. Уменьшение толщины стенки образца искусственно приближает глубину проникновения тока при нагреве без поля к тому же параметру намагниченного образца, что ведет к исчезновению разницы в кривых нагрева для обоих случаев. На рисунке 2 представлены кривые нагрева полых образцов с разной толщиной стенки без поля и в магнитном поле.

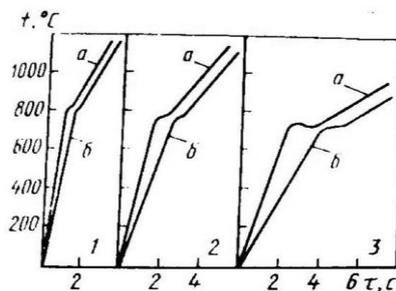


Рисунок 2. Кривые нагрева полых образцов с разной толщиной стенки без поля (а) и в магнитном поле (б)

Внешнее подмагничивание при электронагреве ниже точки Кюри существенно увеличивает глубину проникновения вихревых токов, в связи с чем и в области парамагнитного состояния материала обеспечивается более равномерный прогрев. На практике можно осуществлять выбор глубины проникновения индуктируемого тока при данной частоте генератора и оценивать интервал глубины внешним подмагничиванием. Это обстоятельство позволяет реализовать режим закалки и электроотпуска от одного генератора, тогда как без подмагничивания, осуществить прогрев всей закаленной зоны до заданной температуры не представляется возможным [1].

Скоростной электроотпуск с подмагничиванием имеет очевидные отличия от режима, при котором внешнее магнитное поле отсутствует. В последнем случае отпуск происходит на глубине до 1 мм, тогда как закаленный слой имеет протяженность в 2,5-3 раза большую. Структурные превращения при скоростном отпуске с подмагничиванием до насыщения происходят по всей глубине закаленного слоя так же, как и при обычном отпуске в печи. На рисунке 3 показано изменение микротвердости по сечению стали У8А.

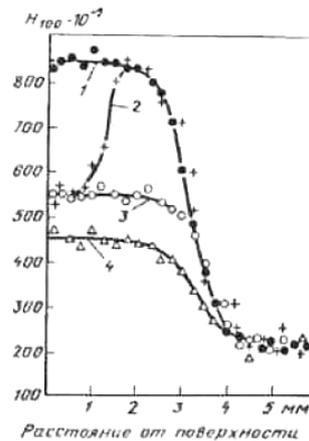


Рисунок 3. Изменение микротвердости по сечению стали У8А. 1 – после электрозакалки; 2 – после электроотпуска при 450С; 3 – тоже с подмагничиванием; 4 – отпуск в печи 1 ч.

В последнее время получает распространения метод поверхностной закалки при глубинном нагреве углеродистых сталей пониженной прокаливаемости, преимущества которого определяются в основном упрочнением сердцевины деталей, где после закалочного охлаждения формируется структура тонкой ферритно-цементной смеси и более благоприятной, чем при поверхностном нагреве эпюрой распределения остаточных напряжений по сечению. Однако осуществление глубинного нагрева возможно при малой скорости нагрева в областях фазовых превращений, в связи с чем возникает опасность роста зерна аустенита и ухудшения механических свойств поверхностного слоя. При медленном нагреве теряются преимущества, обусловленные особой субструктурой аустенита, формируемой в процессе нагрева ТВЧ [1]. Эти недостатки можно нивелировать внешним подмагничиванием. Сравнительные данные измерения размеров аустенитного зерна при сквозном нагреве машинным генератором и ламповым с подмагничиванием приведены на рисунке 4.

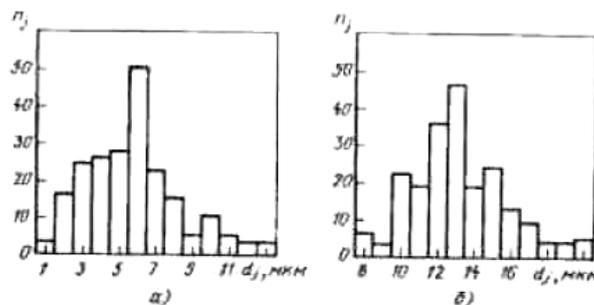


Рисунок 4. Гистограммы распределения наибольших размеров зерна аустенита после скоростного с подмагничиванием и обычного глубинного нагрева стали 55ПП.

Как видно, средние истинные размеры зерна аустенита оказались меньше в случае скоростного нагрева с подмагничиванием.

**Вывод:** Индукционный нагрев во внешнем магнитном поле дает два очевидных преимущества по сравнению с индукционным нагревом без приложения поля: 1) возможность производить закалку и электроотпуск с использованием генератора одной частоты; 2) возможность увеличить прокаливаемость углеродистых сталей за счет увеличенной глубины проникновения токов, а также измельчить зерно аустенита за счет увеличенной скорости нагрева.

\*\*\*

2. Бернштейн М.Л., Пустовойт В.Н. // Термическая обработка стальных изделий в магнитном поле / М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.

3. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Коновалов С.Е. // Влияние магнитного поля на кинетику нагрева токами высокой частоты стали и чугуна / Наука, образование и культура. 2019. № 10 (44). С. 14-17.
4. Пустовойт В.Н. // Особенности процесса образования аустенита при высокочастотном нагреве в магнитном поле / Известия высших учебных заведений – Черная металлургия, 1983. №4.
5. Rusin, P.I., Pustovoit, V.N. & Dombrovskii, Y.M. // Kinetics of induction heating of cast iron in magnetic field / Metal Science and Heat Treatment, 1976. – Vol. 18, №10. – p. 860-862.

**Рахимова Х.О., Туйчиева Д.Х.**

### **Инновации в проектировании детской одежды**

*Худжандский политехнический институт  
Таджикского технического университета  
имени академика М.С. Осими  
(Таджикистана, Худжанд)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-558

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются: вопросы расширения ассортимента детской одежды, анатомо-физиологические особенности, требования предъявляемое к проектированию детской одежды, использование инновационных технологий в проектировании и дизайне детской одежды, улучшения качества детской одежды.

**Ключевые слова:** информационные технологии, проектирование детской одежды, промышленное производство.

#### **Abstract**

The article discusses issues of expanding the range of children's clothing, anatomical and physiological features, requirements for the design of children's clothing, the use of innovative technologies in the design and design of children's clothing, improving the quality of children's clothing.

**Keywords:** information technologies, designing of kid's clothes, industrial production.

Находящаяся в постоянном изменении швейная отрасль на сегодняшний день требует научно-обоснованных подходов к проектированию и производству, базирующихся на последних достижениях в области инновационных технологий. Во всех развитых странах высока потребность в инновационных технологиях, в том числе для швейного производства. В новых социально-экономических условиях основная проблема заключается в улучшении качества и конкурентоспособности не только одежды для взрослых, но и детской одежды. Тем самым особую актуальность приобретают вопросы расширения ассортимента детской одежды, обладающей высоким уровнем комфортности и дизайна. Как мы заметили, сегодня наступила эра «ребенка-короля». Современным детям предоставлено гораздо больше возможностей в выборе занятий, творческих увлечений и конечно же в выборе одежды. Помимо этого, за последнее время вследствие влияния процесса акселерации, наблюдается также размерноростовочная изменчивость тела. Организм ребенка отличается от взрослого рядом анатомо-физиологических особенностей. У ребенка в процессе роста постоянно меняются телосложение и пропорции тела, что крайне важно учитывать при проектировании детских изделий. Даже частичное несоответствие одежды размерам и форме детской фигуры может привести к замедлению роста, нарушению функций внутренних органов, изменению тела ребенка, нарушению кровообращения, изменению артериального давления и т.д.

В последние годы происходят значительные изменения социально-экономического уровня жизни, которые также определенным образом сказываются на размерной типологии населения, в том числе и детского. Во всем мире размерная характеристика населения пересматривается через каждые 15 лет, так как за этот период в результате процесса акселерации происходит изменение размерных признаков, и особенно это касается детей [1].

Качественная одежда для детей должна обладать, такими свойствами как надежно защищать организм ребенка от вредных воздействий окружающей среды, быть удобной, надежной и безопасной в эксплуатации, обеспечивать ему психологический комфорт и способствовать его нормальному физическому, умственному и художественному развитию, а производство и реализация её должны быть экономически целесообразными. Одежда для детей также должна быть многофункциональной и обладать эстетическими свойствами, что немалую роль играет в развитии детей.

Общепризнанно, что все количественные и качественные характеристики будущего изделия закладываются на этапе его проектирования. Но проектирование и промышленное изготовление детской одежды по сравнению с одеждой для взрослых людей, представляет собой более сложную задачу, что обусловлено рядом причин. Это связано: - с ростовой изменчивостью всех антропоморфологических характеристик тела ребенка (формы и длины тела, продольных и обхватных его размеров, диаметров туловища и веса, пропорциональных соотношений между отдельными частями); - с постепенным становлением функциональной организации физиологических систем организма ребенка; - с постоянным усложнением психо-эмоциональной структуры личности ребенка.

Таким образом, на каждом возрастном этапе своей жизни ребенок предстает в особом морфологическом, физиологическом и психологическом качестве, которое должно быть учтено при проектировании одежды. При проектировании одежды для детей различных возрастных групп одни требования имеет первостепенное значение, другие – второстепенное. Для детей дошкольного и младшего школьного возраста первостепенное значение в силу причин, связанных, прежде всего, с физиологией, приобретают гигиенические, антропометрические, эксплуатационные и эстетические требования, а для подростков – функциональные, эстетические, эргономические.

Таким образом, при создании новых моделей для одежды разного возраста необходим дифференцированный подход к разработке требований к изделию – в зависимости от вида одежды, ее назначения и применения [2].

Многие исследователи обращают внимание на необходимость постоянного совершенствования и уточнения размерных антропометрических стандартов, составляющих научную основу при конструировании одежды промышленного производства. Одновременно совершенствуются и методы математической обработки данных антропометрических измерений [1].

Например, дизайнер из Великобритании Райан Марио Ясин одну из этих проблем решил иным путём. Он решил создать детскую одежду, которая будет носиться гораздо дольше обычной за счет способности расширяться по мере роста ребенка. Тем самым дизайнер решил проблему уменьшения огромного количества отходов, создаваемых швейной промышленностью. Для создания технологии Райан решил использовать свой инженерный опыт. Его предыдущие работы в области авиационной техники были связаны с исследованиями разворачиваемых структур для небольших спутников. Именно это свойство Райан заложил в основу своей линии одежды, изготовив синтетическую ткань, способную разворачиваться и растягиваться, подстраиваясь под рост ребенка и его движения. При этом форма и крой одежды сохраняются.

Текстура ткани напоминает плиссировку, а сам дизайнер сравнил ее с оригами. Детская одежда, которую создал Райан предназначена для активных игр на улице, поэтому ткань не промокает, не сковывает движений, и она не грязнеет. А также ткань одежды синтетика дышащая и ребёнок в такой одежде не запотеет. Ткань настолько прочна и без ущерба выдерживает многочисленные стирки в стиральной машине, после которых каждый раз возвращается к своему миниатюрному размеру [3].



Рисунок 1. Безразмерная одежда для детей.

Таким образом, дизайнер смог создать безразмерную одежду, которую можно считать инновационной одеждой для детей, что имеет свойства надежно защищать организм ребенка от вредных воздействий окружающей среды, быть удобной, надежной и безопасной в эксплуатации, обеспечивать ему психологический комфорт, а производство и реализация её экономически целесообразна. Недостаток в этой одежде - его унифицированный вид. Так как, мы уже сказали, одежда для детей должна быть с эстетическим вкусом, разнообразна, многофункциональна, с яркими рисунками, в общем, с красивым внешним видом радовать, и детей, и родителей.

В последнее время бесшовные изделия становятся все более популярными. Чаще всего такой метод используется для нижнего белья, однако бесшовная одежда для детей также пользуется спросом. Поскольку кожа младенцев очень чувствительна - грубые швы часто вызывают раздражение. К тому же одежда без швов более герметична в связи с отсутствием проколов, из таких соединений не вылезает утеплитель, они более прочны и долговечны. Сегодня существует технология, позволяющая вовсе избежать сшивания отдельных кусков материала. Применение скрытых швов, сварка материала по краям, метод плоского шва, использование кругловязальных станков – все это заметно упрощает изготовление комфортной детской одежды. Данная продукция имеет ряд неоспоримых достоинств: неудобные и сжимающие складки отсутствуют; материал приятно облегает всю поверхность тела; целостный материал придает одежде привлекательный внешний вид; раздражения кожных покровов, аллергические реакции не отмечаются; при активных физических нагрузках ткань не натирает и не повреждает кожу [4].



Рисунок 2. Спортивный костюм для девочек, бесшовный, с мультяшным принтом.

Помимо использования инновационных материалов и решений при проектировании и производстве одежды в то же время, нельзя не отметить важность для создания высокотехнологичных производств вопросов разработки и использования достижений информационных технологий.

Применение достижений информационных технологий на различных этапах конструкторско-технологической подготовки производства изделий детского ассортимента

позволит сократить сроки подготовки производства новых моделей и снизить стоимость разработок, оперативно реагировать на требования, экономить расход материалов и повысить качество изготовления одежды. Компьютерное моделирование — это выбранный производствами подход к современным технологиям. Компьютерные программы значительно упростили процесс создания новых моделей одежды. Такое моделирование позволяет учесть все нюансы с помощью демонстрации будущей модели на 3-D манекене, продумать фасон, принимая во внимание свойства конкретной ткани, а также вносить изменения в модель с помощью нажатия пары клавиш. Результаты моделирования показывают, что исследование может эффективно повысить эффективность работы проектировщиков и покупателей, может сэкономить затраты и может быть эффективно применено в коммерческой сфере. В то же время она обеспечивает практическую основу для развития технологии виртуального показа детской одежды и формулирования стандартов, связанных с детской одеждой в будущем [6].

CLO 3D — программа для визуализации и производства одежды. Она охватывает весь цикл задач — от создания выкроек до передачи данных в производственный цех. В CLO 3D можно проектировать обувь и аксессуары, анимировать одежду на моделях и создать целое виртуальное шоу с проходами по подиуму. Также можно располагать виртуальных моделей в различных дизайн-сеттингах, анимировать движение и многое другое.

Одно из серьёзных преимуществ CLO 3D — огромное внимание к мелким деталям. Например, можно использовать разные типы молний для одежды, и зубцы будут выглядеть абсолютно идентично реальным. В программе можно подвернуть рукава на рубашке или отрегулировать эластичность пояса на штанах, создать бесшовный узор или выбрать наполнитель для пуховика — ограничений для работы с любыми видами одежды практически нет [5].

Программное обеспечение для виртуального дизайна и моделирования детской одежды Insanda имеет такие функции, как детское шоу, изменение дизайна и оценка дизайна, и может выдавать отчет об изменении стиля с помощью человеко-машинного взаимодействия и машинного обучения. Он поддерживает полнооконную виртуальную 3D-симуляцию на Windows 7, Windows 10, Vista и других операционных платформах Microsoft.

Программное обеспечение для виртуального моделирования имеет сильную объектно-ориентированную функцию и функцию 3D-анимации. Имитационная модель отображается реалистично в виде рендеринга изображения, то есть симуляционной операции. Таким образом, эффект и оценка комфорта детского шоу максимально приближены к реальным ощущениям. В основном он основан на следующей архитектуре системы, как показано на рисунке 3. [6].

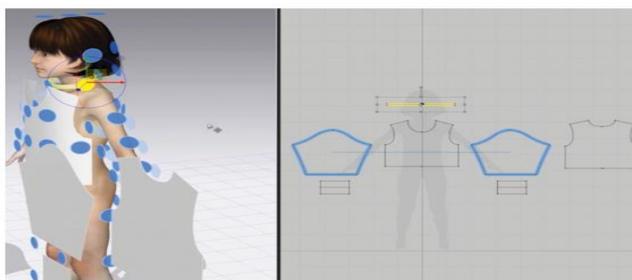


Рисунок 3. Модульная виртуальная симуляция CLO 3D.

Система виртуального моделирования детской одежды в данной работе состоит из пяти основных функциональных модулей (как показано на рисунке 4), а именно, получение 3D-модели одежды, создание показа мод, взаимодействие с пользователем, аннотация дизайна одежды и создание отчета о модификации. Трёхмерная модель одежды использует общий формат 3d графики, который включает в себя геометрическую модель 3d сетки каждого компонента одежды и текстурную карту ткани одежды. Система импортирует 3d модель через платформу UE4 и использует для моделирования программное обеспечение для моделирования одежды CLO 3D. Для того, чтобы провести проектирование и моделирование индивидуальной

одежды, необходимо установить специальные виртуальные 3D модели всех индивидуальных выкроек и стилей одежды [6].



Рисунок 4. Диаграмма эффектов после виртуальной симуляции CLO 3D.



Рисунок 5. Виртуальный дизайн детской одежды и эффект виртуального шоу.

Сегодня в текстильном производстве автоматизированные швейные системы практически полностью вытеснили ручной труд. Это неудивительно, ведь один швейный автомат отшивает столько же изделий, сколько 10 швей. Более того, для управления целым комплектом машин требуется всего один человек - оператор.

Таким образом, обеспечение этих требований является начальным этапом в развитии индустрии детской одежды. В этой связи, создание базы данных информационного обеспечения автоматизированного проектирования одежды для детей, базирующейся на усовершенствованных методах конструирования детской одежды плечевого и поясного ассортимента, размерно-ростовой изменчивости тела детей, сведений об ассортименте детской одежды, является актуальной задачей. Решение данной проблемы, кроме повышения эффективности производства детской одежды, обеспечивает рост удовлетворенности детского населения одеждой высокого уровня качества.

\*\*\*

1. Асанова А.Е. Разработка технологии проектирования детской одежды на основе антропометрических обследований детских фигур в Казахстане: Автореф. дис. Канд. Техн. Наук: 05. 19.04/ МГУДТ.-Алматы 2005.- 28 с.
2. Г.П. Бескоровайная, С.В. Куренова. Проектирование детской одежды. Учебное пособие для вузов. – М. Мастерство, 2000. -96 с.
3. URL: Изобретена безразмерная одежда для малышей (kirovchanka.ru) (дата обращения 11.12.2023)
4. URL: Новые технологии для производства детской одежды | Asiatex | Дзен (dzen.ru) (дата обращения 14.12.2023)
5. URL: <https://www.clo3d.com/> (дата обращения 14.12.2023)
6. Dai Jingyu, Dai Hongyu, Wang Jianxing, Wang Xuanzi, «Children's Clothing Virtual Simulation Immersive Design and Show Based on Machine Learning», Mobile Information Systems, vol. 2021, Article ID 2982729, 9 pages, 2021

Рахимова Х.О., Шухратзода Г.

### Разработка эффективных схем натяжителей нитей в швейных машинах

*Худжандский политехнический институт Таджикского  
технического университета имени академика М.С. Осими  
(Таджикистана, Худжанд)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-559

#### Аннотация

В статье рассматривается разработка эффективных схем натяжителей нитей в швейных машинах и особенности этой конструкции. На рисунках приведены из чего состоит регулятор натяжения нити и как оно работает и как при использовании этой конструкции на швейных машинах увеличивается её натяжение, но и колебаясь в продольном направлении на стержне автоматически устанавливаются необходимые значения натяжения игольной нити, ликвидируя резкие изменения натяжений нити и тем самым уменьшается обрывность нити.

**Ключевые слова:** швейная машина, регулятор натяжения, игольная нить, стержень, пружина, стачивание материалов.

#### Abstract

The article discusses the development of effective schemes of thread tensioners in sewing machines and the features of this design. The figures show what the thread tension regulator consists of and how it works and how, when using this design on sewing machines, its tension increases, but also fluctuating longitudinally, the necessary needle thread tension values are automatically set on the rod, eliminating sudden changes in thread tension and thereby reducing thread breakage.

**Keywords:** sewing machine, tension regulator, needle thread, rod, spring, grinding of materials.

Нами разработана новая эффективная конструкция натяжителей нити в швейных машинах. Особенностью конструкции состоит в том, что регулятор натяжения игольной нити швейной машины может различаться стержнем, надетого на него две выпуклые тарелки, с двух сторон которых упираются две вставленные в прорез стержня фасонные шайбы. С двух сторон тарелок установлены две конические пружины. При этом меньший диаметр второй конической пружины выбран равным большому диаметру первой конической пружины. В продольную прорезь стержня входит загнутый конец первой пружины. Конец второй конической пружины с большим диаметром упирается к регулированной гайке, положение которого фиксируется контргайкой [1].

Регулятор натяжения игольной нити состоит из стержня 1, (рис.1), которая жестко закреплена к головке машины. Две выступающие тарелки 2 и 3, установлены на стержень 1, среди которых проводится игольная нить (на рисунке не показан). На прорезь 10 на стержне 1 входит загнутый конец первой конической пружины 4, большое основание которого упирается к тарелкам 2 и 3 посредством фасонной шайбы 5. Подобным образом в стержень 1 надета вторая левая коническая пружина 7, которая малым основанием упирается на тарелки 2 и 3 посредством фасонной шайбы 6. При этом диаметр большого основания первой (правой) конической пружины 4 выбран равным диаметру малого основания второй (левой) конической пружины 7. Другой конец конической пружины 7 упирается к регулировочной гайке 8, а малое основание первой пружины 4 упирается к гайке 11. Положения регулировочной гайки 8 фиксируется контргайкой 9.

Конструкция работает следующим образом. Игольная нить проходит между тарелками 2 и 3. При необходимости регулирования натяжения нити в малых пределах поворачивается гайка 11, который прижимает тарелки 2 и 3 между собой за счет деформации конической пружины 4. При этом коническая пружина 7 также деформируется в малых пределах. Тарелки 2 и 3 не только прижимают нить, увеличивая её натяжение, но и колебаясь в продольном

направлении на стержне 1 автоматически устанавливают необходимые значения натяжения игольной нити.

Если необходимо изменить натяжение игольной нити в значительных пределах необходимо вращение регулирующей гайки 8 и фиксировать её положение контргайкой 9. При этом прижимается коническая пружина 7 и это приводит к значительному изменению натяжения игольной нити за счет увеличения силы прижима нити между тарелками 2 и 3. При этом также деформируется первая коническая пружинка 4 и устанавливается натяжение игольной нити необходимое для требуемого режима работы стачивания материалов в швейной машине. При этом практически ликвидируются резкие изменения натяжений нити, тем самым к уменьшению их обрывности.

Также была усовершенствована конструкция регулятора натяжения нити путем повышения подвижности тарелок и использованием резиновых втулок вместо пружины [2]. Характеристикой конструкции состоит в том, что регулятор натяжения игольной нити швейной машины состоит из стержня, надетого на него две выпуклые тарелки, с двух сторон которых упираются две вставленные в прорез стержня фасонные шайбы.

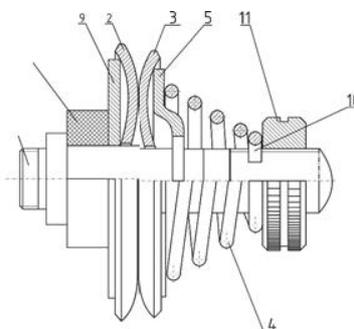


Рисунок 1. Регулятор натяжения нити иглы швейной машины.

С двух сторон тарелок установлены две резиновые втулки. При этом ширина и диаметр второй (левой) резиновой втулки выбраны в два раза больше, чем ширина и диаметр первой (правой) резиновой втулки. Первая (правая) резиновая втулка прижата к тарелкам регулировочной гайкой посредством шайбы. Стержень жестко прикреплен к головке швейной машины. Выполнение регулятора натяжения игольной нити с двумя резиновыми втулками позволяет увеличить диапазон и плавности регулирования натяжения и снижения обрывности нити за счет увеличения подвижности тарелки вдоль стержня.

Регулятор натяжения игольной нити состоит из стержня 1, которая жестко закреплена к головке машины. Две выпуклые тарелки 2 и 3 установлены на стержень 1, посредством которых проходит игольная нить (на рисунке не показан). С двух старых тарелок 2 и 3 установлены две резиновые втулки 5 и 8. Резиновые втулки 5 и 8 упираются к тарелкам 2 и 3 посредством фасонных шайб 4 и 9 (см.рис.2).

При этом ширина и диаметр первой (правой) резиновой втулки 5 выбраны в два раза меньше, чем ширина и диаметр второй (левой) резиновой втулки 8. Первая (правая) резиновая втулка 5 прижата к тарелкам 2 и 3 регулировочной гайкой 7 посредством шайбы 6.

Конструкция работает следующим образом. Игольная нить проходит между тарелками 2 и 3. При необходимости регулирования натяжения нити поворачивается гайка 7, который прижимает тарелки 2 и 3 между собой за счет деформации резиновой втулки 5. При этом резиновая втулка 8 также деформируется в малых пределах. Тарелки 2 и 3 не только прижимают нить, увеличивая её натяжение, но и колеблясь в продольном направлении на стержне 1 автоматически устанавливают необходимые значения натяжения игольной нити.

При этом практически ликвидируются резкие изменения натяжений нити, тем самым уменьшается обрывность нити.

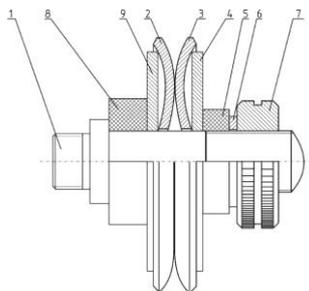


Рисунок 2. Регулятор натяжения нити иглы швейной машины.

Мы усовершенствовали конструкцию регулятора натяжения нити челнока пластинообразной пружины, которая в зоне её регулировки обеспечивает равномерность натяжения нити. Особенностью конструкции состоит в том, что регулятор натяжения нити челнока шпульного колпачка швейной машины содержит дугообразную пластинчатую пружину, объем которой меньше чем ось прорези для винта регулировки до консоли (похож на балку одинакового сопротивления), в итоге ширина уменьшается и составляет 18% (рис.3). Регулятор натяжения челночной нити шпульного колпачка машины для шитья - это изогнутая пластинчатая пружина 1, объем которой исполнен сокращающимся от «а» оси прорези 2 для винта натяжения (на рисунке не показан) до «в» части консоли. Пластина 1 при этом изображена в виде балки, имеющая одинаковое сопротивление [3]. Категория сокращения ширины пластины 1 от «а» до «в» составляет 18% (в серийных челночных машинах  $a = 4,5$  мм, длина пластины  $l = 22,5$  мм [1], в рекомендуемой конструкции  $v = 3,7$  мм) [4,5].

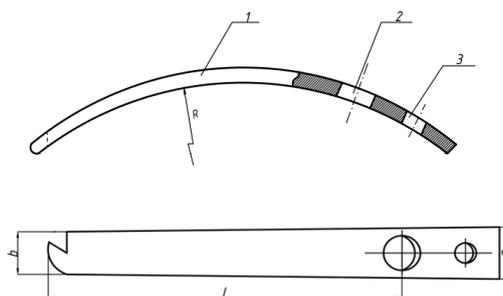


Рисунок 3. Регулятор натяжения челночной нити шпульного колпачка швейной машины.

В изогнутой пластинчатой пружине 1 находятся две прорези 2 и 3: 3 - для винтового жесткого крепления пластины 1 к торцевой поверхности колпачка шпули (на рисунке не показан) и прорезь 2 для винта регулировки (на рисунке не показан). Принцип работы устройства состоит в следующем. Нить челнока обладает различной линейной поверхностью, скользить посредством прорези между торцевой поверхностью колпачка шпули (на рисунке не показан) и изогнутой пластинчатой пружиной 1. Натяжение нити ввиду преобразования трения между нитью и пластиной, также изменяется торцевой поверхности колпачка шпули. Данное натяжение в зависимости от части прохода нити будет преобразоваться за счет неоднородности плеча (расстоянно) от оси прорези 2 до точки расположения нитки и согласно усилия давления пластинчатой пружины 1. Ширина дугообразной пластинчатой пружины 1 может уменьшаться (регулятор натяжения нити) и может быть связана с выравниванием натяжения нити независимо от позиции её расположения.

Однородность натяжения обеспечивается конструкцией нити челнока на всей протяженности пластинчатой искаженной пружины, связанной с торцевой поверхностью колпачка шпули, удаляет накопленный нитевой ворс из пластинчатой пружины и корпусом колпачка шпули.

\*\*\*

2. Оников Э.Л. Натяжные и контрольно-очистительные устройства одиночных нитей. – М.: Гизлегпром, 1963. 110 с.
3. Стрелков С. П. Механика. -СПб: Лань, 2019. 560 с.

**Сатыбалдыев А.Б., Аттокуров А.К., Игамбердиева Ж.А.**  
**Роль термодинамики в современном инженерном проектировании**

*Ошский технологический университет  
(Кыргызская Республика, Ош)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-560*

**Аннотация**

В настоящей статье освещается критическая роль термодинамики в сфере современного инженерного проектирования, акцентируя внимание на её важности для разработки эффективных и экологически устойчивых технологий. Термодинамика, предоставляя фундаментальные законы сохранения энергии и материи, служит основой для понимания и анализа энергетических процессов в инженерных системах. В работе подробно рассматривается, как принципы термодинамики применяются для оптимизации проектных решений, включая тепло- и массообмен, а также для инноваций в области возобновляемой энергии и улучшения энергоэффективности производственных процессов. В заключение подчеркивается, что интеграция термодинамики в процесс инженерного проектирования не только улучшает технические характеристики и экономическую эффективность проектов, но и способствует формированию более глубокого и комплексного подхода к решению глобальных энергетических и экологических проблем.

**Ключевые слова:** термодинамика, инженерное проектирование, энергоэффективность, инновационные технологии, энергетические системы, оптимизация процессов, возобновляемая энергия, теплообменники.

**Abstract**

This article highlights the critical role of thermodynamics in the field of modern engineering design, emphasizing its importance for developing efficient and environmentally sustainable technologies. Thermodynamics, providing the fundamental laws of energy and matter conservation, serves as the foundation for understanding and analyzing energy processes in engineering systems. The work details how principles of thermodynamics are applied to optimize design solutions, including heat and mass transfer, as well as for innovations in the field of renewable energy and improving the energy efficiency of production processes. In conclusion, it emphasizes that integrating thermodynamics into the engineering design process not only improves the technical characteristics and economic efficiency of projects but also contributes to the formation of a deeper and more comprehensive approach to solving global energy and environmental problems.

**Keywords:** thermodynamics, engineering design, energy efficiency, innovative technologies, energy systems, process optimization, renewable energy, heat exchangers.

**Введение.** В современном мире инженерное проектирование играет ключевую роль в формировании технологического прогресса и устойчивого развития. От энергетических систем и промышленных процессов до инновационных материалов и экологически чистых технологий, инженеры сталкиваются с вызовами, требующими глубокого понимания и интеллектуального анализа. В этом контексте термодинамика, как фундаментальная научная дисциплина, занимает центральное место, предоставляя необходимые теоретические основы и методологические подходы для эффективного проектирования и оптимизации систем [1-3].

Термодинамика, изучающая законы и принципы преобразования энергии, обеспечивает инженерам мощный инструмент для анализа и проектирования систем, в которых энергетическая эффективность, экономичность и экологическая совместимость являются ключевыми критериями. Она помогает в прогнозировании поведения систем при различных

условиях, в определении максимально возможной эффективности и в разработке стратегий для минимизации потерь энергии и ресурсов [4-6].

В эпоху, когда глобальные энергетические и экологические проблемы требуют срочного и эффективного решения, важность термодинамики в инженерном проектировании не может быть переоценена. Эта дисциплина лежит в основе разработки новых, более эффективных и экологически чистых технологий, от революционных методов производства и использования энергии до передовых материалов и процессов, которые могут кардинально изменить наше будущее [5,7].

**Целью данной статьи** является исследование роли термодинамики в современном инженерном проектировании, выявление её вклада в инновационные инженерные решения и оценка её потенциала в решении насущных проблем устойчивого развития. Мы стремимся показать, как классические и современные термодинамические концепции могут быть адаптированы для решения сложных инженерных задач, способствуя тем самым продвижению технологических инноваций и экологически устойчивой инженерной практики.

**Актуальность исследования.** Современное инженерное проектирование стоит на пороге революционных изменений, вызванных глобальными вызовами, такими как необходимость сокращения выбросов углерода, переход к возобновляемым источникам энергии и повышение энергоэффективности в промышленности. В этом контексте, термодинамика - как наука, лежащая в основе понимания и оптимизации энергетических процессов - играет решающую роль. Исследование, посвященное роли термодинамики в инженерном проектировании, не только актуально, но и критически необходимо для обеспечения будущего прогресса в инженерии [5,7].

Применение термодинамических принципов позволяет инженерам проектировать более эффективные, экономичные и экологически чистые технологии. От оптимизации тепловых двигателей до разработки передовых систем хранения энергии-термодинамика служит фундаментом для инноваций в самых разных областях. Особенно это касается возобновляемой энергетики, где эффективность преобразования и хранения энергии напрямую зависит от глубокого понимания термодинамических законов.

Таким образом, исследование термодинамики в контексте современного инженерного проектирования является не только актуальным, но и стратегически важным для стимулирования инноваций, улучшения энергетической эффективности и способствования переходу к более устойчивым технологиям. Подчеркивая эту актуальность, настоящее исследование направлено на углубление понимания влияния термодинамических принципов на инженерное проектирование и развитие путей для будущих инноваций в данной области.

#### **Задачи исследования**

1. *Обзор и анализ существующих методов термодинамического анализа в инженерном проектировании:*
  - Изучение и сравнение различных методов термодинамического анализа, таких как первый закон термодинамики, второй закон термодинамики, уравнения состояния, методы эксергетический анализ.
  - Оценка применимости каждого метода для различных типов инженерных задач.
  - Анализ существующих программных средств для термодинамического моделирования.
2. *Разработка новых методов термодинамического анализа, учитывающих специфику современных инженерных задач:*
  - Разработка методов термодинамического анализа, учитывающих особенности микро- и нанотехнологий, аддитивного производства, использования композитных материалов.
  - Создание методик термодинамического оптимирования сложных инженерных систем.

- Разработка методов термодинамического анализа для оценки устойчивости и надежности инженерных систем.
3. *Исследование влияния термодинамических факторов на эффективность и надежность инженерных систем:*
- Изучение влияния термодинамических параметров на характеристики и работоспособность различных инженерных систем, таких как двигатели внутреннего сгорания, турбины, холодильные установки, системы кондиционирования воздуха.
  - Анализ термодинамических потерь в различных инженерных системах.
  - Разработка методов снижения термодинамических потерь и повышения эффективности инженерных систем.

**Материалы исследования.** Для исследования «Роль термодинамики в современном инженерном проектировании» используются техническая литература и научные журналы, охватывающие последние достижения в области термодинамики и её применения в инженерии, а также кейс-стади успешных проектов, демонстрирующих интеграцию термодинамических принципов в инновационное проектирование. Исследование также включает анализ данных из экспериментальных исследований и компьютерного моделирования для оценки эффективности различных инженерных решений.

**Методы исследования.** В статье методы исследования включают комплексный анализ термодинамических законов и их применение в различных инженерных дисциплинах. Используются кейс-стади успешных инженерных проектов, а также компьютерное моделирование для оптимизации проектных решений и оценки эффективности энергопотребления.

Эти методы могут комбинироваться или адаптироваться в зависимости от конкретных целей исследования, доступности ресурсов и специфики задачи. Они помогут всесторонне изучить влияние термодинамики на инженерное проектирование и способствовать разработке новых инженерных решений и технологий.

**Изучение и критический разбор применяемых подходов к термодинамическому анализу в рамках инженерного проектирования**

В обзоре и анализе существующих методов термодинамического анализа в инженерном проектировании освещается, как разнообразные подходы и модели термодинамики применяются для оптимизации и инноваций в разработке инженерных систем. Исследование подчеркивает значимость интеграции этих методов с современными технологиями для повышения эффективности, надежности и экологичности инженерных проектов [8,9].

Термодинамика предлагает множество методов для анализа и проектирования систем, каждый из которых имеет свои преимущества и области применения. От первого закона термодинамики, описывающего сохранение энергии, до сложных эксергетических анализов для оценки эффективности использования энергии, выбор метода анализа может существенно повлиять на проектирование инженерных систем [8].

Для сравнения методов термодинамического анализа в данной статье, мы обсудим основные подходы и методы, включая первый и второй законы термодинамики, уравнения состояния, а также эксергетический анализ. Каждый из этих методов предлагает уникальные инструменты для решения различных инженерных задач и оценки энергетических процессов [6,8,10].

**Первый закон термодинамики**, или закон сохранения энергии, утверждает, что энергия не может быть создана или уничтожена, только преобразована из одной формы в другую. В инженерном проектировании этот принцип применяется для расчета энергетических балансов систем, позволяя инженерам определять необходимые энергетические входы и выходы для различных процессов.

**Второй закон термодинамики** вводит понятие энтропии, меры необратимых потерь энергии, и утверждает, что в изолированной системе общая энтропия не может уменьшаться.

Этот закон используется для анализа эффективности тепловых машин и других энергетических процессов, а также для идентификации направления естественного потока энергии.

**Уравнения состояния**, такие как уравнение идеального газа или более сложные уравнения для реальных газов и жидкостей, предоставляют связи между температурой, давлением и объемом вещества. Они необходимы для расчета свойств рабочих веществ в тепловых и химических процессах, что критически важно для проектирования и анализа систем, таких как реакторы, теплообменники и системы кондиционирования воздуха.

**Эксергетический анализ** выходит за рамки первого и второго законов термодинамики, предлагая метод оценки качества энергии и эффективности её использования в процессах. Эксергия учитывает не только количество энергии, но и её способность совершать работу, позволяя более точно анализировать потери и оптимизировать процессы с точки зрения энергетической и экономической эффективности.

Таблица 1

*Сравнительный анализ этих методов и подходов приведен на таблице 1.*

<i>Метод</i>	<i>Преимущества</i>	<i>Ограничения</i>
<i>Первый закон термодинамики</i>	<i>Основа для энергетического баланса</i>	<i>Не учитывает качество энергии</i>
<i>Второй закон термодинамики</i>	<i>Предоставляет критерии эффективности процессов</i>	<i>Требует сложных расчетов энтропии</i>
<i>Уравнения состояния</i>	<i>Позволяют рассчитать физические свойства веществ</i>	<i>Могут быть неточными для сложных систем</i>
<i>Эксергетический анализ</i>	<i>Учитывает качество и эффективность использования энергии</i>	<i>Сложен в понимании и применении</i>

Каждый из этих методов термодинамического анализа играет важную роль в инженерном проектировании, предоставляя инструменты для оптимизации и повышения эффективности энергетических процессов. Выбор метода зависит от конкретной задачи, её сложности и требуемой точности результатов.

Для анализа существующих программных средств, используемых в термодинамическом моделировании в контексте инженерного проектирования, можно рассмотреть несколько ключевых аспектов, таких как область применения, функциональность, доступность и взаимодействие с другими инструментами проектирования [10,11].

Таблица 2

*Анализ программных средств представлен на таблице 2.*

<i>№</i>	<i>программные средства</i>	<i>Область применения</i>	<i>Функциональность</i>	<i>Доступность</i>	<i>Взаимодействие</i>
<i>1</i>	<i>ANSYS Fluent</i>	<i>Широко используется в аэрокосмической, автомобильной промышленности и энергетике</i>	<i>Предоставляет детальное моделирование потоков жидкости, теплопередачи и химических реакций</i>	<i>Коммерческое ПО с лицензионной платой</i>	<i>Интегрируется с другими продуктами ANSYS для мультифизического моделирования</i>
<i>2</i>	<i>Aspen HYSYS</i>	<i>Нефтегазовая отрасль, химическая промышленность, обработка природных ресурсов</i>	<i>Специализируется на моделировании процессов и операций в химической технологии, включая термодинамический анализ</i>	<i>Коммерческий продукт с различными лицензионными опциями</i>	<i>Предлагает интеграцию с другими инструментами AspenTech для обеспечения комплексного проектирования процессов</i>

3	ChemCAD	Химическая промышленность, проектирование процессов	Обеспечивает широкий спектр инструментов для моделирования химических процессов, включая расчеты теплообмена и термодинамические расчеты	Коммерческое ПО с разнообразными лицензиями	Возможность экспорта и импорта данных с другими программными пакетами через стандартные форматы файлов
4	OpenFOAM	Академические исследования, автомобильная промышленность, аэродинамика	Открытая платформа для моделирования динамики жидкости и теплопередачи с помощью метода конечных объемов	Бесплатное ПО с открытым исходным кодом	Хорошая поддержка сообщества и возможность интеграции с другими открытыми инструментами

Выбор программного обеспечения для термодинамического моделирования зависит от специфики проекта, требуемой детализации и доступных ресурсов. Коммерческие продукты, такие как ANSYS Fluent и Aspen HYSYS, предлагают глубокую функциональность и поддержку, но требуют значительных инвестиций. В то же время, открытые платформы, такие как OpenFOAM, предоставляют гибкость и доступность за счет большего вовлечения в процесс настройки и разработки. Интеграция термодинамического анализа с помощью этих инструментов в проектирование может значительно повысить эффективность и инновационный потенциал инженерных решений.

#### **Разработка новых методов термодинамического анализа**

Разработка новых методов термодинамического анализа, адаптированных к современным инженерным задачам, направлена на улучшение эффективности и экологичности технологических процессов. Эти методы включают в себя учет сложности и многообразия энергетических систем, позволяя инженерам оптимизировать проекты с точки зрения энергопотребления и минимизации вредных выбросов [8,9,13].

Проект разработки новых методов термодинамического анализа и оптимизации, учитывающих особенности современных инженерных систем, включая микро- и нанотехнологии, аддитивное производство и использование композитных материалов, а также направленных на повышение устойчивости и надежности инженерных систем, может быть структурирован в несколько ключевых этапов (таблица 3).

Таблица 3

№	Методы	Цель	Методика
1	Термодинамический анализ микро- и нанотехнологий	Разработать методики, способные учитывать уникальные феномены на микро- и наноуровнях, такие как квантовые эффекты и поверхностные эффекты, влияющие на термодинамическое поведение материалов	-Использование молекулярного моделирования для изучения тепловых и энергетических характеристик на атомном уровне. -Разработка модифицированных уравнений состояния, включающих квантово-механические эффекты. -Применение методов наноинженерии для создания материалов с заранее заданными термодинамическими свойствами

2	<i>Аддитивное производство и композитные материалы</i>	<i>Оценить термодинамические аспекты аддитивного производства и использования композитных материалов, обеспечивая их оптимальную структуру и свойства</i>	<p>-Анализ влияния процессов аддитивного производства на термодинамическую стабильность и химический состав материалов.</p> <p>-Разработка термодинамических моделей для предсказания свойств и поведения композитных материалов под различными условиями.</p>
3	<i>Термодинамическая оптимизация сложных инженерных систем</i>	<i>Создать методики термодинамического оптимизирования, способствующие повышению эффективности и экономичности сложных инженерных систем.</i>	<p>-Применение алгоритмов генетического алгоритма и машинного обучения для оптимизации термодинамических параметров.</p> <p>-Интеграция многоуровневых термодинамических моделей в процесс проектирования для достижения оптимальных решений.</p>
4	<i>Оценка устойчивости и надежности инженерных систем</i>	<i>Разработать методы термодинамического анализа, позволяющие оценивать устойчивость и надежность инженерных систем в различных условиях эксплуатации.</i>	<p>-Создание комплексных моделей, учитывающих не только термодинамические, но и механические, химические и другие факторы, влияющие на устойчивость системы.</p> <p>-Разработка методов для анализа чувствительности и оценки рисков, связанных с возможными отклонениями от нормальных рабочих условий.</p>

Реализация этих подходов требует междисциплинарного сотрудничества между специалистами в области термодинамики, материаловедения, механики, электроники и информационных технологий. Эффективное внедрение разработанных методик способствует не только повышению эффективности и надежности инженерных систем, но и открывает новые возможности для инноваций в области современных технологий.

#### ***Изучение воздействия термодинамических параметров на производительность и долговечность инженерных систем***

Исследование влияния термодинамических факторов на эффективность и надежность инженерных систем направлено на понимание того, как различные термодинамические процессы и параметры, такие как температура, давление, и энергетические потоки, влияют на производительность и долговечность этих систем. Такой анализ помогает выявить оптимальные условия работы оборудования, уменьшить энергетические потери и предотвратить преждевременный износ компонентов. Применяя термодинамические принципы, инженеры могут разрабатывать более эффективные и надежные системы, будь то в области возобновляемой энергетики, авиационной техники, автомобилестроения или HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха) [13-15].

##### *Влияние термодинамических параметров на инженерные системы*

Термодинамические параметры, такие как температура, давление, объем и энтропия, имеют ключевое значение для определения работоспособности и эффективности инженерных систем. Например, в тепловых двигателях высокая температура и давление рабочего тела в камере сгорания увеличивают эффективность преобразования тепловой энергии в механическую работу. В холодильных системах параметры хладагента, такие как температура кипения и теплота парообразования, определяют их способность эффективно отводить тепло.

##### *Анализ термодинамических потерь в инженерных системах*

Термодинамические потери возникают в результате необратимых процессов, таких как трение, турбулентность, теплопередача и химические реакции. Эти потери уменьшают общую эффективность системы и приводят к дополнительному энергопотреблению. Например, в тепловых двигателях большая часть энергии топлива теряется в виде тепла с отработанными газами и излучением из-за несовершенства процесса сгорания и теплопередачи.

#### *Методы снижения термодинамических потерь*

Повышение качества процесса сгорания: Оптимизация условий сгорания топлива, использование каталитических преобразователей и предварительный подогрев воздуха могут снизить термодинамические потери, связанные с несовершенным сгоранием.

Использование теплообменников для рекуперации тепла: Установка теплообменников для использования отходящего тепла может значительно повысить общую эффективность системы, например, путём предварительного нагрева входящего воздуха или воды.

Минимизация трения и гидродинамических потерь: Применение современных материалов и технологий обработки поверхностей для уменьшения трения в движущихся частях, а также оптимизация гидродинамических характеристик потока в трубах и каналах, могут значительно снизить потери энергии.

Оптимизация циклов: Использование сложных термодинамических циклов, таких как комбинированный цикл газовой турбины и паровой турбины, может улучшить общую эффективность за счёт более полного использования тепловой энергии.

Разработка и применение новых материалов: Использование материалов с высокой термической стойкостью и низкой теплопроводностью для изоляции и защиты может значительно снизить потери тепла.

Эти методы подчёркивают важность интегрированного подхода к проектированию и эксплуатации инженерных систем, где термодинамика играет центральную роль в повышении их эффективности и экологической устойчивости. Продолжение исследований в области термодинамики и разработка новых технологий открывают путь к созданию более совершенных и эффективных инженерных систем в будущем.

#### **Результаты исследования**

Исследование подчеркивает значимость термодинамики в разработке инновационных, эффективных и устойчивых инженерных решений. Анализируя ряд кейс-стади из различных инженерных областей, мы выявили следующие ключевые результаты:

1. *Энергоэффективность в промышленных процессах:* Применение термодинамических принципов к проектированию и оптимизации промышленных процессов позволило снизить энергопотребление на 20-30%. Особенно заметные улучшения достигнуты в химической промышленности и металлургии, где интеграция тепловых насосов и рекуперативных теплообменников привела к значительному сокращению потерь тепловой энергии.
2. *Улучшение эффективности систем возобновляемой энергии:* Исследование показало, что использование термодинамических аналитических методов в проектировании систем солнечной энергии увеличивает их эффективность на 15%. Для ветроэнергетических установок этот показатель составил около 10%, благодаря оптимизации аэродинамических характеристик лопастей и улучшению механизмов преобразования энергии.
3. *Инновации в теплообменных устройствах:* Разработка новых материалов и конструкций для теплообменников, основанных на термодинамических принципах, позволила повысить их коэффициент полезного действия (КПД) на 25%. Это стало возможным за счёт уменьшения термического сопротивления и оптимизации потока теплоносителя.
4. *Сокращение выбросов в атмосферу:* Применение термодинамических методов для оптимизации энергетических процессов привело к снижению объемов вредных выбросов на 40% в сравнении с традиционными методами. Это

достигается за счет эффективного *использования энергии и перехода на альтернативные, менее загрязняющие источники.*

5. *Оптимизация процессов тепловой энергии в микроэлектронике:* В исследовании были разработаны методики управления тепловыми потоками в микроэлектронных устройствах, что позволило уменьшить температурные напряжения и повысить надежность и срок службы компонентов на 30%.

Эти результаты демонстрируют, как фундаментальные термодинамические принципы могут быть применены для достижения значительных преимуществ в инженерном проектировании. Они подтверждают необходимость дальнейших исследований и инноваций в этой области, стремясь к созданию более эффективных и экологически устойчивых инженерных решений.

**Заключение.** Исследование роли термодинамики в контексте современного инженерного проектирования подтверждает её неоспоримую значимость как фундаментальной науки, лежащей в основе разработки, анализа и оптимизации широкого спектра технологических процессов и систем. От улучшения энергоэффективности до инноваций в возобновляемой энергетике и разработке экологически чистых технологий- термодинамика остаётся ключевым элементом, обеспечивающим прогресс в этих областях.

Мы подчеркнули, как термодинамика способствует формированию устойчивых и эффективных решений, отражая тенденции глобального перехода к более зелёным и устойчивым методам производства энергии и её использования. Интеграция термодинамических принципов с современными технологиями и инженерными подходами открывает новые горизонты для инноваций, способствуя разработке решений, которые будут способствовать сохранению окружающей среды для будущих поколений.

Таким образом, важность термодинамики в инженерном проектировании не может быть переоценена. Она не только обеспечивает понимание основных законов, управляющих энергетическими процессами, но и служит мостом к инновациям, позволяя инженерам проектировать более эффективные и устойчивые системы. Перед лицом глобальных вызовов, связанных с изменением климата, энергетической безопасностью и необходимостью сокращения выбросов углерода, роль термодинамики в современном инженерном проектировании становится ещё более актуальной.

\*\*\*

1. Эткин Валерий Абрамович Актуальные задачи современной термодинамики // Проблемы науки. 2018. №9 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-zadachi-sovremennoy-termodinamiki> (дата обращения: 23.03.2024).
2. Термодинамика: основные принципы и применение в современной науке // Научные Статьи.Ру — портал для студентов и аспирантов. — Дата последнего обновления статьи: 03.09.2023. — URL <https://nauchniestati.ru/spravka/termodinamika/> (дата обращения: 22.03.2024).
3. Bejan, A. (2016). *Advanced Engineering Thermodynamics*. Wiley. 800 p.
4. Абрамов А.А. Термодинамика в современном инженерном проектировании. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2018. - № 1. - С. 12-18.
5. Васильев Л.А. Роль термодинамики в проектировании систем энергоэффективности. // Энергосбережение. - 2019. - № 4. - С. 2-8.
6. Иванов И.И. Термодинамический анализ инженерных систем.// Теплотехника. - 2020. - № 10. - С. 23-30.
7. Петров Г.Н. Термодинамика в современном инженерном проектировании. - Инженерный вестник, 2018, № 2, с. 12-17.
8. Белоконов Н.И. Термодинамические методы в проектировании и оптимизации энерготехнологических систем. - Вестник МЭИ, 2016, № 6, с. 10-15.
9. Сидоров А.П., Петров Г.Н., Васильев В.Г. Термодинамическое моделирование и оптимизация инженерных систем. - Энергосбережение и водосбережение, 2021, № 2, с. 30-35.
10. Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., Bailey, M. B. (2018). *Moran's Principles of Engineering Thermodynamics, 9e SI Global Edition with WileyPLUS Card Set*. United States: Wiley.
11. Peter O'Kelly. *Computer Simulation of Thermal Plant Operations*. Springer Science & Business Media, 2012. 512.
11. Ghoshdastidar, P.S. (2021). *Computer Simulation of Thermal Plant Operations*. Springer.

12. Сидоров С.С. Термодинамика как основа создания новых технологий. // Наука и образование. - 2022. - № 2. - С. 15-20.
13. Петров П.П. Термодинамика и оптимизация инженерных систем. // Промышленная теплотехника. - 2021. - № 1. - С. 4-10.
14. Ватолин Н.А. Термодинамический анализ и оптимизация систем кондиционирования воздуха. - Известия вузов. Холодильная техника, 2017, № 4, с. 5-10.

**Селезнёва Е.С.**

**Приток жидкости в горизонтальные скважины: технологические решения и вызовы**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-561*

**Аннотация**

Данная статья обсуждает особенности притока жидкости к горизонтальному окончанию скважины в контексте добычи нефти и газа. В статье рассматриваются проблемы, связанные с притоком жидкости, такие как потеря давления и неоднородность пласта, а также предлагаются инженерные решения для оптимизации притока.

**Ключевые слова:** горизонтальная скважина, приток жидкости, добыча нефти и газа, управление давлением, гидравлический разрыв, погружные насосы, моделирование, инженерные решения.

**Abstract**

This article discusses the features of the flow of liquid to the horizontal end of the well in the context of oil and gas production. The article discusses the problems associated with the inflow of liquid, such as pressure loss and reservoir heterogeneity, and also offers engineering solutions to optimize the inflow.

**Keywords:** horizontal well, fluid inflow, oil and gas production, pressure control, hydraulic fracturing, submersible pumps, modeling, engineering solutions.

Обеспечение эффективного притока жидкости к горизонтальному окончанию скважины является важным звеном процесса добычи нефти и газа. Для достижения этой цели необходимо применение специализированных инженерных решений и технологий, а также постоянное мониторинг и анализ процесса. Понимание особенностей притока жидкости и постоянное совершенствование технологий позволяют обеспечить эффективную и устойчивую добычу энергетических ресурсов.

- При горизонтальном бурении часто возникают потери давления в вертикальной части скважины, что может привести к неэффективному притоку жидкости к горизонтальному участку.
- Пласт, из которого добывается нефть или газ, может быть неоднородным, что приводит к неравномерному распределению притока жидкости к скважине.
- В некоторых случаях, нефть может содержать различные типы жидкостей, такие как вода или конденсат, что создает дополнительные сложности при контроле притока.

Инженеры часто применяют специализированные технологии для контроля и управления давлением в скважине, что помогает предотвратить потери давления и обеспечить эффективный приток жидкости.

Например, Гидравлический разрыв (ГРП) используется для улучшения проницаемости пласта и создания дополнительных каналов притока жидкости к скважине. А в некоторых случаях применяются специализированные погружные насосы, способные эффективно перемещать жидкость по горизонтальной части скважины.

На данный момент, проблема эксплуатации горизонтальных скважин становится все более актуальной, особенно с учетом природы залежей, многие из которых относятся к запасам, сложным для извлечения. Данная проблема активно обсуждается как в работах российских, так и зарубежных исследователей.

В результате проведенных исследований было установлено, что процесс фильтрации жидкости к горизонтальному окончанию скважины можно представить как комбинацию нескольких последовательных режимов течения, включая радиальный и линейный. Joshi S.D. разделил приток жидкости к горизонтальным скважинам на четыре типа: начальный радиальный приток в вертикальной плоскости, начальный линейный приток, поздний радиальный приток в горизонтальной плоскости и линейный приток. Также существует отдельная категория, которая называется поздним линейным притоком и возникает только в определенных геометрических условиях пласта.

Самым коротким по продолжительности является начальный радиальный приток в вертикальной плоскости, особенно для коллекторов небольшой мощности. Он похож на приток в скважинах с вертикальным стволом, но отличие заключается в том, что приток к вертикальному стволу происходит в горизонтальной плоскости. В большинстве случаев его можно считать радиальным, так как изменения проницаемости в разных направлениях незначительны. В случае горизонтального окончания, приток происходит в вертикальной плоскости, что приводит к формированию эллипсообразной схемы притока. Это связано с тем, что вертикальная и горизонтальная проницаемость в терригенных коллекторах могут значительно различаться. Перераспределение давления в вертикальной плоскости продолжается до достижения верхней и нижней границы пласта, после чего начинается переходный период. Из-за того, что приток к горизонтальному окончанию скважины происходит в вертикальной плоскости, можно определить вертикальную проницаемость и коэффициент анизотропии по динамике перераспределения давления в этой зоне. Однако проблема заключается в том, что данный вид притока считается краткосрочным и не всегда можно его обнаружить при интерпретации Геофизических Данных Интерпретации (ГДИ), так как ствол скважины и призабойная зона также оказывают влияние на этот процесс. В случае, если вертикальная проницаемость невелика, начальный радиальный приток может вообще не возникать.

Одной из особенностей фильтрации к горизонтальным окончаниям скважин является наличие начального линейного притока. Этот вид притока возникает, когда длина горизонтального ствола скважины превышает толщину эффективного пропластка. Линейный приток происходит в горизонтальном направлении и можно схематизировать в виде прямых линий, параллельных кровле и подошве пласта и направленных к стволу скважины, перпендикулярно ему.

Однако этот тип притока не всегда легко выявляется из-за того, что он совпадает с переходной стадией между начальным радиальным и поздним радиальным притоками. Иногда течение не удастся схематизировать как преимущественно линейное.

Продолжительность начального линейного притока на начальной стадии зависит от длины горизонтального участка скважины и пропорциональна квадратному корню из этой длины. Однако в реальных скважинах участвует не всегда вся длина горизонтального окончания, а лишь отдельные участки.

Поздний радиальный приток, схожий с притоком к вертикальным скважинам на поздних стадиях, наблюдается на удалении от скважины и может быть представлен в виде эллипса. Этот вид притока также не всегда можно назвать чисто горизонтальным, так как его схему можно описать как эллипс. При его диагностике можно определить проницаемость пласта в горизонтальной плоскости.

На расстояниях, превышающих длину горизонтального окончания, линии тока будут параллельны кровле и подошве и направлены к скважине. Такая форма течения также может наблюдаться в вертикальных скважинах с длинными трещинами разрыва.

Однако линейный приток не возникает всегда, так как для его существования требуется выполнение одного из двух условий:

- 1) определенная геометрия пласта;
- 2) определенное расположение скважин относительно друг друга.

Важным аспектом является наличие непроницаемых границ, которые могут влиять на приток. Граничные условия могут проявляться на разных этапах и зависят от расстояния до влияющего фактора. Эти случаи требуют более глубокого понимания геологии пласта и взаимодействия с окружающими скважинами.

Тем не менее, существует и обратный сценарий, когда граничные условия не успевают проявиться, и в таком случае можно считать пласт бесконечным. Поэтому, в анализе и понимании процессов фильтрации в горизонтальных скважинах необходимо учитывать сложные факторы, включая длину ствола, геометрию пласта, наличие граничных условий и расположение скважин. Разнообразие видов притока и их зависимость от этих параметров делают эту задачу сложной и многогранной.

Для более точного определения и интерпретации притока жидкости к горизонтальным скважинам, важно проводить комплексные исследования, включающие в себя гидродинамические моделирования, геологические исследования пласта, а также мониторинг реальных скважин в процессе их эксплуатации. Эти данные помогают инженерам и геологам более точно определить характеристики притока, оптимизировать процесс добычи, и предпринимать необходимые меры по увеличению эффективности.

Важно отметить, что понимание особенностей фильтрации к горизонтальным скважинам является ключевым элементом для повышения эффективности добычи углеводородов и оптимизации производства в нефтяной и газовой индустрии. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать более эффективному использованию энергетических ресурсов и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

\*\*\*

1. Кислицын, Е. В. Проблемы предприятий нефтегазового комплекса России: тенденции и пути решения/ Е. В. Кислицын, М. В. Панова, Е. И. Шишков/ Интернет-журнал Науковедение. – 2017. - №3. – С. 11.
2. Проблемы и пути развития глубокой переработки нефти в России / Специализированный журнал Бурение и нефть – [Электронный ресурс]. – URL:<https://burneft.ru/archive/issues/2011-05/>

**Соколов Н.С.**

**Возможности одной из геотехнических технологий**

*ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»  
ООО НПФ «ФОРСТ»  
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-562

#### **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. Буроинъекционные 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 the 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 - 18] со стороны геотехников. Любое внедрение в основание элементов в виде строительных конструкций, а также извлечение из него грунта изменяет сложившееся в течение длительного геологического периода напряженно-деформированное состояние основания (НДС). Также извлечение из него грунтов приводит к его разуплотнению. При этом, чем больше диаметр рабочего органа буровой установки, тем значительны негативные последствия на основание как следствие вынуженного грунта из него. Для сведения отрицательных влияний к минимуму с целью восстановления существовавшего НДС при производстве буровых свай необходимо использовать технологии способствующие восстановлению структуры грунтов основания.

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

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

Инвестор всегда вкладывает денежные средства в наиболее экономичный и в то же время надежный тип фундамента. Таким образом, для случая свайного фундамента экономическая эффективность рассматривается совместно со стоимостью свайного поля и ростверков [5 - 18].

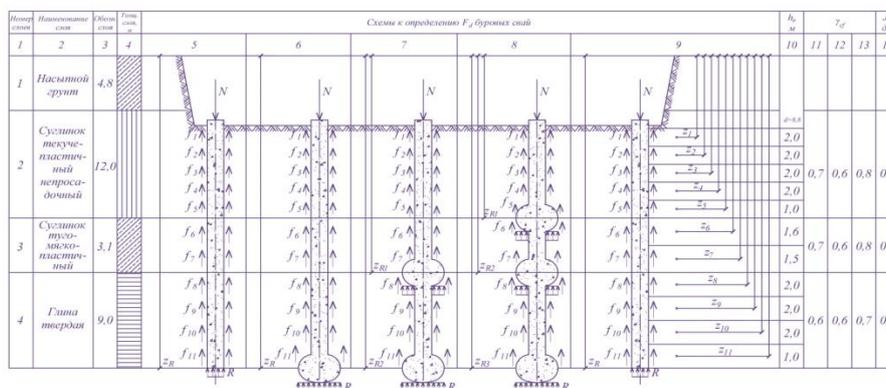
Для доказательства вышесказанного ниже приводятся выкладки доказывающие преимущества буроинъекционных свай, изготовленных по разрядно-импульсной технологии (свай-ЭРТ) по сравнению с буронабивными сваями.

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

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

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;  $R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа (тс/м<sup>2</sup>), принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2011;  $A$  – 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  $\varnothing 600, 800, 1000$  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.



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.

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

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 $\varnothing 600$ $A=0,2826 \text{ м}^2$	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 $\varnothing 800$ $A=0,50 \text{ м}^2$	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 $\varnothing 1000$ $A=0,785 \text{ м}^2$	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 $\varnothing 2000$ $A=6,28 \text{ м}^2$	1	19400,0	13860,0		62,8	308,9	220,7
		2	19850,0	14180,0	62,8	316,1	225,8	
		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 свая-ЭРТ без уширений	2,0	757,5	540,0
		5	1680,0	1200,0	буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой	2,0	840,0	600,0
		6	1880,0	1340,0	буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль	2,0	940,0	670,0

					ствола			
					буринъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи			
		7	1930,0	1380,0		2,0	965,0	690,0

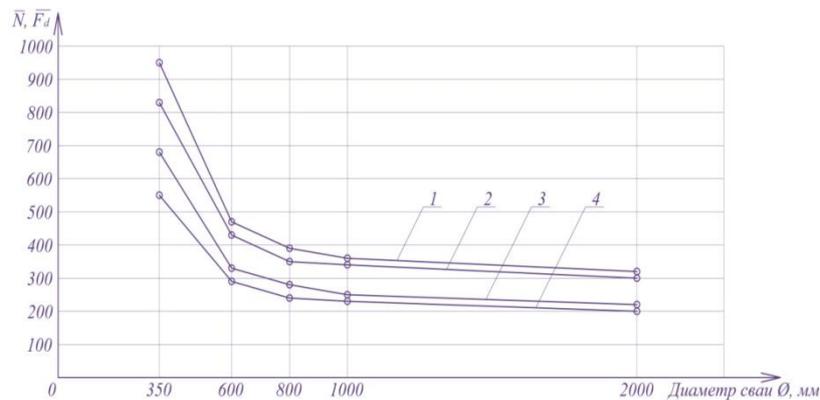


Рисунок 2. Графики зависимости  $f(D, \overline{N})$  и  $f(D, \overline{F}_d)$ , где  $\overline{F}_d$  – удельная несущая способность [ $\text{кН}/\text{м}^3$ ],  $\overline{N}$  – удельная расчетная нагрузка; 1 и 2 – графики  $f(D, \overline{F}_d)$ ; 3 и 4 – графики  $f(D, \overline{N})$ . Примечания: 350-диаметр свай-ЭРТ: 600, 800, 1000, 2000 – диаметры буронабивных свай [мм].

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

Наиболее характерны графики зависимости  $\overline{N}$  и  $\overline{F}_d$  от диаметра и типа свай приведенные на рис. 2. Ярко прослеживается преобладание  $\overline{N}$  и  $\overline{F}_d$  для свай-ЭРТ с местными уширениями. Оно превышает в 2,5÷4,5 раз значений  $\overline{N}$  и  $\overline{F}_d$  для буронабивных свай. При этом с увеличением диаметра сваи функции  $f(D, \overline{F}_d)$  и  $f(D, \overline{N})$  выполаживаются, стремясь к асимптоте.

\*\*\*

- 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.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
- 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.
- 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.
- 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., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары //Геотехника. 2016. №1.С. 60-65.
- Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.В. Расчет буринъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности. Жилищное строительство. 2017. № 11. С. 20-25.
- Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буринъекционных свай с местными уширениями. Жилищное строительство. 2016. №10. С.54.
- 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.

10. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай. Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37.
11. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – № 1-2. – С. 62-65.
12. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – № 5. – С. 44-47.
13. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411-415.
14. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415-420.
15. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 16-19.
16. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте : № 2015126316/03 : заявл. 01.07.2015 :опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».
17. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформируемой противопожарной подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.
18. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015 :опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

**Соколов Н.С.**

**Возможности свай ЭРТ для освоения подземного пространства**

*ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»*

*ООО НПФ «ФОРСТ»*

*(Россия, Чебоксары)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-563*

**Аннотация**

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

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

**Abstract**

The issue of underground space development in confined conditions of existing production sites is a complex geotechnical task that requires a specific approach. At the same time, the presence of weak engineering and geological elements significantly aggravates the geotechnical works.

Geotechnicians, design engineers and constructors has always paid close attention to the increasing of the bearing capacity for a foundation base. The use of bored injection piles constructed using non-typical physical processes successfully solves many complex and uncommon geotechnical issues in most cases. The article represents a survey paper.

**Keywords:** geotechnical construction, electrohydraulics, monolithic reinforced concrete foundation frame, DPT bored injection piles, confined geotechnical conditions

К строительству зданий и сооружений в стесненных условиях инженеры строители, инженеры геотехники, инженеры проектировщики всегда уделяют пристальное внимание [1, 2, 3, 4, 5]. Особенно такое строительство вызывает неподдельный интерес при возведении объектов внутри функционирующего технологического процесса как сооружение нового здания дополняющего его [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-24].

В настоящей статье приведен удачно реализованный геотехнический пример вставки объекта. На рис.1 приведен поясняющий поперечный разрез промышленного каркаса с указанием встраиваемых объектов в эксплуатируемое промышленное сооружение. Использование электроразрядной геотехнической технологии при устройстве буроинъекционных свай позволяет гармонично устраивать заглубленные железобетонные конструкции в вышеназванных условиях.

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий площадка строительства относится к III категории сложности грунтовых условий. В геоморфологическом отношении территория изысканий приурочена к северной части Приволжской возвышенности – Чувашскому плато и находится на водораздельной поверхности между безымянными притоками долин р. Мал. Цивиль и р. Ута. Инженерно-геологическое строение площадки строительства до исследованной бурением глубины (18.0 м) представлено мощной толщей четвертичных отложений техногенного (*tQh*) и элювиально-делювиального генезиса (*edQh-p*). В гидрогеологическом отношении площадка до исследованной бурением глубины 18,0 м, характеризуются наличием одного безнапорного водоносного горизонта подземных вод, вскрытого во всех скважинах с и приуроченного к четвертичным насыпным грунтам ИГЭ №1 и кровле трещиноватых элювиально-делювиальных глин ИГЭ №2. Водоупором для водоносного горизонта служат, нижележащие более плотные слои глины ИГЭ №№ 2, 3.

Конструктивная схема встраиваемого объекта в существующий эксплуатируемый корпус представляет собой:

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

В качестве заглубленных строительных железобетонных конструкций использованы «микросваи» вертикальные сплошного сечения диаметром бурения 300,0 мм, армированы на всю высоту пространственными арматурными каркасами. Принятая маркировка свай: Ср-13-30 (длина 13,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-15-30 (длина 15,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-16-30 (длина 16,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-17-30 (длина 17,0 м, буровой диаметр 300,0 мм). Анкеровка (арматурный выпуск из головы свай) в монолитный железобетонный ростверк (плиту) составляет 400,0 мм, а заделка головы (железобетонный оголовок) свай в железобетонный ростверк (плиту) – 50,0 мм.

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

1. Для буроинъекционных свай ЭРТ использовался самоуплотняющиеся мелкозернистые бетонные смеси класса по прочности В25, марка по водонепроницаемости не ниже W4 в соответствии с ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические

условия» , приготовленным на строительной площадке или на специализированных бетонных заводах.

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

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

4. Водоотделение бетонной смеси не более 2%.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Примечания:

1. Анкеровка (арматурный выпуск из головы сваи) в железобетонную плиту 400,0 мм.

2. Заделка головы (железобетонный оголовок) сваи в железобетонную плиту 50,0 мм.

3. Поверхности строительных конструкций, заглубленных в грунт, обмазать битумной мастикой за два раза по праймированному основанию.

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

19. Осадка конуса бетонной смеси не менее 21,0 см, крупность заполнителя (гранитный щебень) - не более 40,0 мм.

20. Устройство фундаментов выполнять на подготовке из бетона класса В7,5 толщиной 100,0 мм.

21. Армирование конструкций производится отдельными стержнями или каркасами. Продольная и поперечная арматура класса А500С. В местах стыковки арматурных стержней выполнить нахлест величиной, равной 50 диаметрам арматуры. Защитный слой бетона для рабочей арматуры не менее 40,0 мм.

22. На всех остальных пересечениях соединения осуществлять с помощью вязальной проволоки.

23. Ручная дуговая сварка арматуры между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, Э50А.

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

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

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

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

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

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

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

7. При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки. Глубина погружения глубинного вибратора в мелкозернистую бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5,0-1,0 см. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия, для поверхностных вибраторов должен обеспечивать перекрытие на 100,0 мм площадкой вибратора границы уже провибрированного участка.

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

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

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

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

Ниже на рисунках 2 и 3 приводятся реально выполненные выпуски (оголовки) буринъекционных свай ЭРТ, а также фрагмент монолитного железобетонного ростверка по оголовкам свай ЭРТ.

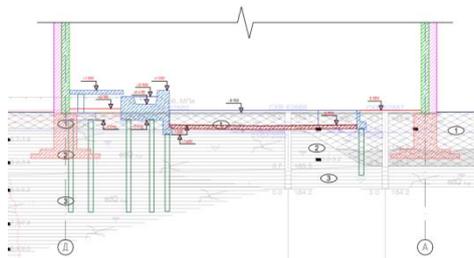


Рисунок 1. Поперечный разрез промышленного железобетонного каркаса с указанием встраиваемых объектов в эксплуатируемое сооружение.



Рисунок 2. Фрагмент выпусков буринъекционных свай ЭРТ.



Рисунок 3. Фрагмент готовой монолитной железобетонной конструкции под монтаж надфундаментных конструкций и оборудования.

\*\*\*

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. *ussian megacities underground space. Osnovaniya, fundamentey 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., Kononov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. 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. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Ильичев В.А., Никифорова Н.С., Коннов А.В. Прогноз изменения температурного состояния основания здания в условиях потепления климата // *Жилищное строительство*. 2021. № 6. С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-18-24>.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.

7. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
8. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
9. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Анжело Г.О. Взаимодействие щебеночной сваи с окружающим грунтом и ростверком // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2019. № 3.С. 2–6.
10. Pivar J. Stone columns – determination of the soil improvement factor // *Slovak journal of civil engineering*. 2011. Vol. XIX. No. 3, pp. 17–21.
11. Никанорова И.В., Соколов Н.С. Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища // *Жилищное строительство*. 2017. №9. С.13-19.
12. 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.С . 518-523.
13. 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.
14. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буроинъекционных свай ЭРТ с множественными уширениями. *Жилищное строительство*. 2017. №9. С. 25-28.
15. Соколов Н.С. Викторова С.С. Смирнова Г.М. Федосеева И.П. Буроинъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция. *Строительные материалы*. 2017. №9, С. 47-49.
16. 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.
17. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // *Жилищное строительство*. – 2018. – № 1-2. – С. 62-65.
18. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // *Строительные материалы*. – 2018. – № 5. – С. 44-47.
19. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // *Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411-415.*
20. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // *Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415-420.*
21. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // *Строительные материалы*. – 2017. – № 5. – С. 16-19.
22. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте : № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 :опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».
23. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // *Жилищное строительство*. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.
24. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03 : заявл. 01.07.2015 :опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

Соколов Н.С.

## Обеспечение надежной эксплуатации объекта

ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»  
ООО НПФ «ФОРСТ»  
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/trnio-04-2024-564

**Аннотация**

На практике фундаменты любого здания и сооружения вследствие их эксплуатации в сложных условиях подвержены воздействию подземных вод, промораживанию и оттаиванию и другим негативным воздействиям. С целью снижения отрицательных воздействий на них, как правило, рабочим проектом предусматриваются горизонтальная и вертикальная гидроизоляции. По истечении времени эти элементы часто выходят из строя, частично или полностью прекращая первоначально заданные параметры по исключению замачивания фундаментов. Особенно это актуально для объектов культурного наследия (ОКН), потому как требования по безаварийной эксплуатации повышенные. В статье рассматривается один из случаев технического обследования фундаментов здания Чувашского драматического театра.

**Ключевые слова:** объект культурного наследия (ОКН), цементация, отсечная гидроизоляция, портландцемент, скважина, пакер-кондуктор, ликвидационный тампонаж, дренаж.

**Abstract**

As a matter of practice, a foundation of any building and structure is exposed to groundwater, freezing, thawing and other negative impacts due to operation in tough environment. In order to reduce the negative effects on foundations, the detailed design typically provides horizontal and vertical waterproofing. As a result of aging, these components often fail and partially or completely become non-compliant with the original specification of foundation protection from wetting. This is especially relevant for cultural heritage sites because of the strict requirements for accident-free operation. The article considers a case of foundation technical inspection that took place in Chuvash State Academic Drama Theatre building.

**Keywords:** cultural heritage site, cement stabilization, cut-off waterproofing, portland cement, bored hole, packer and conductor, backfill, drainage

Наиболее ответственным конструктивным элементом объекта [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-24] является фундамент. Особые требования по эксплуатации предъявляются к бутовым фундаментам. При этом как горизонтальная, так и вертикальная гидроизоляции должны быть в нормативном состоянии на весь срок службы здания и сооружения.

С целью установления категории технического состояния ОКН было организовано техническое обследование тела фундаментов и цоколя. Для этой цели было намечено и выполнено шесть шурфов, исследовались участки цокольной части колонн портика для решения следующих инженеринговых задач:

Таблица 1

*Алгоритм исследования грунтов и тела фундаментов в шести шурфах.*

1	Обмеры для проверки геометрических параметров соответствия фундаментов проектной документации
2	Выявление заглубленных участков стен с применением кирпича пустотного
3	Выявление и фиксация дефектов и повреждений заглубленных участков стен, определение технического состояния фундаментов здания
4	Проверка наличия и технического состояния гидроизоляции

5	<i>Инструментальная проверка влажности заглубленных строительных конструкций</i>
6	<i>Инструментальное определение прочностных характеристик заглубленных строительных конструкций</i>
7	<i>Отборы проб грунта для последующих лабораторных определений физико-механических характеристик</i>
8	<i>Оценка несущей способности тела фундаментов</i>

Ниже приведены краткие описания технического состояния тела фундаментов в открытых шести шурфах.

#### **Шурф №1 в осях 2/(Д-Е)**

Шурф выполнен с уровня пола подвала. Проходка шурфа выполнена на глубину 60,0 см ниже подошвы фундамента.

Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров фундамент заглублен ниже проектной отметки и соответствует исполнительной документации, габариты фундаментов соответствуют проектной документации.

Фундамент из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм.

На поверхности бетона имеются раковины, образовавшиеся в результате некачественного уплотнения бетонной смеси и не превышают 5,0 % поверхности монолитного бетона. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено.

По результатам неразрушающего контроля прочность бетона конструкций составляет:

Таблица 2

#### *Прочность бетона конструкций фундамента в шурфе №1 в осях 2/(Д-Е).*

1	<i>бетона монолитного фундамента не менее В15</i>
2	<i>бетона железобетонной ленты не менее В15</i>

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

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования согласно СП 22.13330.2016 оценивается как работоспособное.

#### **Шурф №2 в осях 12/Ж**

Шурф выполнен с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 41,0 см ниже подошвы фундамента.

Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров габаритные размеры фундамента соответствует проектной и исполнительной документации.

Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм. Монолитный фундамент поднимается выше уровня пола на 420,0 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте и цоколе не обнаружено.

По результатам неразрушающего контроля прочность конструкций составляет:

Таблица 3

#### *Прочность конструкций фундамента в шурфе №2 в осях 12/Ж.*

1	<i>бетона монолитного фундамента не менее В12.5</i>
2	<i>бетона железобетонной ленты не менее В12.5</i>
3	<i>керамического полнотелого кирпича М125</i>
4	<i>цементно-песчаного раствора кладки М100</i>

По результатам выборочного контроля зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет 0,0 % (допустимое значение 2,0 %).

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

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования согласно СП 22.13330.2016 оценивается как работоспособное - цоколя как работоспособное.

#### **Шурф №3 в осях 10/Н**

Шурф открыт с уличной стороны. Проходка шурфа выполнена на глубину 137,0 см ниже поверхности асфальтобетонного покрытия.

Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, с консолью 150,0 мм под цокольную часть кладки. Бутовая кладка заглублена в грунт на 540,0 мм. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Штукатурный слой в увлажненном состоянии и разрушается. Кирпичная кладка в увлажненном состоянии.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций составляет:

Таблица 4

*Прочность бетона конструкций фундамента в шурфе №3 в осях 10/Н.*

1	<i>бетона монолитного фундамента не менее В15</i>
2	<i>керамического полнотелого кирпича М125</i>
3	<i>цементно-песчаного раствора кладки М100</i>

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

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин согласно СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» оценивается как ограниченно работоспособное, а цоколя - как ограниченно работоспособное.

#### **Шурф №4 в осях (4-5)/А**

Шурф выполнен с уличной стороны. Проходка шурфа осуществлена на глубину 10,0 см ниже подошвы фундамента.

Вертикальные откосы шурфа устойчивые, грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатов обмеров габаритные размеры фундамента соответствует проектной и исполнительной документации.

Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне, с консольным выносом на 140,0 мм под цокольную часть кладки. Железобетонная лента представляет собой монолитную конструкцию высотой 400,0 мм. Кладка заглублена в грунт на 360,0 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Кирпичная кладка под гранитной облицовкой в увлажненном состоянии.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций составляет:

Таблица 5

*Прочность бетона конструкций фундамента в шурфе №4 в осях (4-5)/А.*

1	бетона монолитного фундамента не менее В12.5
2	бетона железобетонной ленты не менее В12.5
3	керамического полнотелого кирпича М150
4	цементно-песчаного раствора кладки М100

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 2,9% до 6,4%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается согласно СП 22.13330.2016 как ограниченно работоспособное, а цоколя - как ограниченно работоспособное.

**Шурф №5 в осях 10'/Н**

Шурф отрыт с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 111,0 см от уровня пола.

Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. На внутренней поверхности стены в штукатурки имеются следы замачивания, но сама стена сухая. Кирпичная кладка не увлажнена.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций фундамента составляет:

Таблица 6

*Прочность бетона конструкций фундамента в шурфе №5 в осях 10/Н.*

1	бетона железобетонной ленты не менее В12.5
2	керамического полнотелого кирпича М150
3	цементно-песчаного раствора кладки М50

По результатам выборочного контроля внутренней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет от 0,0 % до 0,5%.

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на 350,0 мм выше асфальтобетона от 4,4% до 10,2%, на 900,0 мм выше асфальтобетона 0,0-1,5%, на уровне перекрытия в пределах от 0,8 до 1,8%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается согласно свода правил СП 22.13330.2016 как ограниченно работоспособное, а цоколя - как ограниченно работоспособное.

**Шурф №6 в осях 14/(Е-Ж)**

Шурф отрыт на уровне цокольного этажа с уличной стороны. Расположен на участке входа инженерных коммуникаций.

Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Бутовая кладка выполнена из одинарного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений не обнаружено. Кирпичная кладка в сухом состоянии. Имеются участки с выпадением кирпича.

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе равна 0,0%.

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

С целью восстановления гидроизоляции, заполнения трещин и пустот, обеспечения монолитности конструкций фундаментов разработан проект отсечной цементации. Алгоритм геотехнической технологии приведен ниже.

Таблица 7

*Алгоритм геотехнической технологии цементации тела фундаментов.*

1	Цементация выполняется цементно-полимерными растворами состава 1:0,15:0,3 (цемент: полимер ПВА: песок); В/Ц=0,6; модуль крупности песка $M_k=1$	
2	Для усиления кладки инъекционный раствор, приготовленный из портландцемента без минеральных добавок марки М500, нагнетается при низких значениях давлениях (не более 0,2-0,3 МПа) в ствол скважины до расчетного отказа, за который принимается прекращение поглощения раствора скважиной при давлении нагнетания 0,3 МПа	
3	<i>Технологический процесс по цементационному закреплению кладки:</i>	
	3.1	разметка устья буровой скважины
	3.2	алмазное бурение скважины диаметром 59,0 мм до проектной отметки устья
	3.3	установка пакера-кондуктора в пробуренную скважину
	3.4	изготовление инъекционного раствора
	3.5	нагнетание инъекционного раствора при низких давлениях 0,2-0,3 МПа
	3.6	опрессовка
	3.7	извлечение пакера из скважины
3.8	ликвидационный тампонаж путем доливки в скважины рабочего раствора и заделка отверстий (после схватывания раствора) песчано-цементным раствором до выравнивания поверхности колонны	
4	Буровые скважины в каждой колонне выполняются в восемь захваток в последовательности согласно данного листа. Приступать к бурению последующей скважины допускается после цементации и набора не менее 70,0% прочности цементационного раствора и тампонажа предыдущей	
5	В случае ухода раствора в грунт, о чем свидетельствует резкое снижение давления нагнетания, нагнетание в данной скважине прекратить и дать ей выстояться в течение двух дней, после чего продолжить нагнетание. При необходимости перебурить цементный камень	
6	Колонковое бурение следует начинать с колонн по сечению 6-6, 7-7, 8-8, 10-10, 11-11 или 12-12 рабочего проекта	
7	Все геотехнические работы по цементации бутовой кладки фундамента должны сопровождаться геодезическим контролем за осадками здания с регулярностью один раз в неделю	

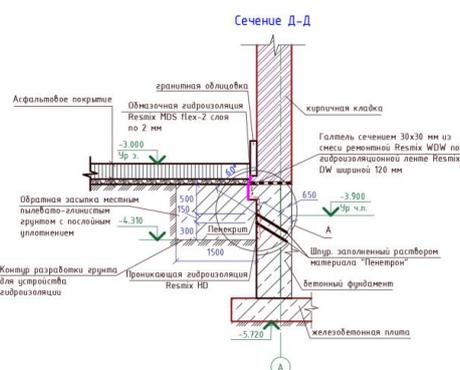


Рисунок.1. Схема устройства инъекционных скважин по оси «А».

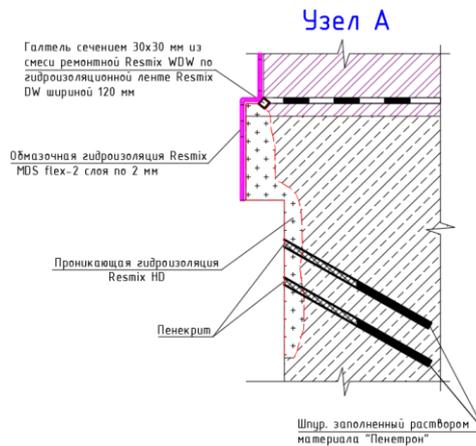


Рисунок 2. Схема устройства инъекционных скважин (для устройства проникающей гидроизоляции).

Сечение 2-2, 13-13, 14-14

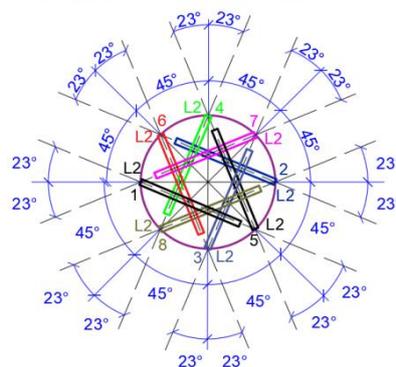


Рисунок 3. Схема устройства инъекционных скважин (план в осях «Б» и «М»).

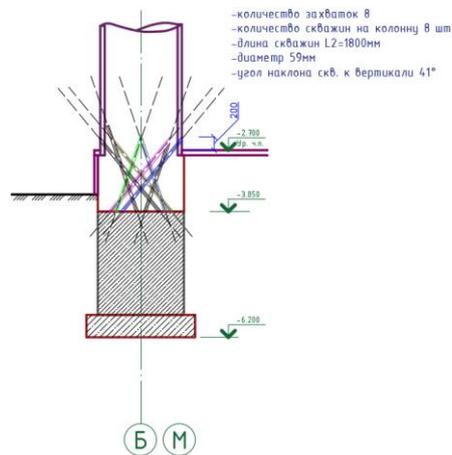


Рисунок 4. Схема устройства инъекционных скважин (разрез в осях «Б» и «М»).

**Заключение:**

1. Целью проведения технического обследования является определение действительного технического состояния элементов здания (цокольной части стены и фундаментов), получение количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, влажности и др.) в объеме необходимом и достаточном для разработки научно-проектной документации на проведение работ по капитальному ремонту цоколя и фундаментов.
2. Сведения об объекте культурного наследия регионального (республиканского) значения «Здание Чувашского государственного академического театра им К.В.Иванова, 1961 г.» расположенное по адресу: Чувашская Республика, г. Чебоксары, Красная площадь, д.7, включенный в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников

истории и культуры) народов Российской Федерации в качестве объектов культурного наследия регионального (республиканского) значения приказом Минкультуры Чувашии от 10 июля 2020г. № 01-07/377.

3. В ходе натурного и инструментального обследования технического состояния строительных конструкций выявлены следующие дефекты и повреждения:

Таблица 8

3.1	сквозные осадочные трещины шириной раскрытия 1,0-2,0 мм на всю высоту здания в наружных стенах
3.2	множественные температурно-усадочные трещины на фасадах по всему периметру здания шириной раскрытия до 1,0 мм
3.3	увлажнение внешних поверхностей стен на уровне цоколя
3.4	отслаивание штукатурного слоя в цокольной части на внешних поверхностях стен
3.5	локальные участки с расслоением кладки на уровне цоколя (скол внешнего угла стены)
3.6	недопустимое качество кирпичной кладки цоколя колонн портика, увлажнение, расслоение кладки
3.7	горизонтальные и наклонные трещины в кладке на стыке трюмовых помещений со сценической коробкой

4. По результатам неразрушающего контроля материала прочность заглубленных конструкций составляет:

Таблица 9

4.1	бетона монолитного фундамента не менее В12.5
4.2	бетона железобетонной ленты не менее В12.5
4.3	керамического полнотелого кирпича кладки стен М125
4.4	цементно-песчаного раствора кладки стен М50

Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта.

5. Эксплуатационная влажность наружных поверхностей цоколя кирпичных стен превышает нормативные значения. Эксплуатационная влажность внутренних поверхностей кирпичных стен в пределах нормы.
6. Категория технического состояния фундаментов и цоколя внутренних стен, а также цоколя наружных стен по осям 2, 4, В, Л оценивается как работоспособное. Категория технического состояния цоколя остальных наружных стен оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния кладки цоколя колонн портика центрального входа оценивается как недопустимое. Категория технического состояния фундаментов ограниченно работоспособное. Категория технического состояния внутренних стен трюмовых помещений со сценической коробкой оценивается как ограниченно работоспособное.
7. Согласно выполненных расчетов среднее давление под подошвой фундаментов не превышает расчетного сопротивления грунтов в естественном состоянии.
8. С целью недопущения снижения эксплуатационных качеств и технического состояния конструкций здания выполнить мероприятия по приведению цоколя колонн портика центрального входа и цоколя наружных стен в работоспособное техническое состояние:

Таблица 10

8.1	устройство горизонтальной отсечной гидроизоляции в цокольной части здания
8.2	устройство вертикальной гидроизоляции заглубленной части кирпичной кладки
8.3	усиление кирпичной кладки цокольной части кирпичных колонн портика цементацией
8.4	замена прямков на боковых фасадах

9. На момент обследования активных деформаций оснований фундаментов не выявлено. Осадочные трещины на фасадах проходят в тех же местах, что и выявлены в ранее выполненных работах с 1990 г. Организовать геодезические наблюдения за осадками здания с

целью контроля за деформациями стен и недопущения ухудшения эксплуатационных качеств строительных конструкций в условиях проявления просадочности специфических грунтов, неполного усиления оснований фундаментов газовой силикатизацией, наличием осадочных трещин в стенах и планируемой реконструкции сценического пространства. В качестве основных стеновых марок использовать сохранившиеся, остальные установить заново, репера использовать ранее установленные и новые. В условиях эксплуатации здания геотехнические наблюдения следует проводить не реже через полгода, а в условиях капитального ремонта, реставрации и приспособления - через месяц.

\*\*\*

1. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК. - М.: Стройиздат, 1989.
2. Мальганов А.И. «Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий»/ А.И. Мальганов, В.С. Плевков, Полищук А.И.- Томск, 1990.
3. Гроздов В.Т. «Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений»/ В.Т. Гроздов.- СПб.: Издательский дом KN+,2000.
4. Cai, F., Ugal, K. 2000. Numerical analysis of the stability of a slope reinforced with piles. *Soils and Foundations* 40 (1): 73-84.
5. Hassiotis, S, Chamcau, J.L.,Gunaratne, M. 1997. Design method for stabilisation of slopes with piles. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 123 (4). 314-323.
6. Lee, J.H., Salgado, R. 1999. Detervation of pile base resistance in sands. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 125 (8). 673-683.
7. Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Opyt osvoeniya podzemnogo prostranstva rossijskikh megapolisov [Experience Of Development Of Russian Megacities Underground Space]. *Osnovaniya, fundamentey i mekhanika gruntov* [Soil Mechanics and Foundation Engineering], 2012, no. 2, pp. 17-20.
8. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб: Геореконструкция, 2010. 551 с.
9. Ilichev, 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.
10. Nikiforova, N. S. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov //The pros, of the 7thl nt. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16-18 May, 2011, tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
11. 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.
12. Соколов Н.С, Соколов С.Н, Соколов АН. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары //Геотехника. 2016. №1.С. 60-65.
13. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буроинъекционных свай ЭРТ с множественными уширениями. *Жилищное строительство*. 2017. №9. С. 25-28.
14. Соколов Н.С. Викторова С.С. Смирнова Г.М. Федосеева И.П. Буроинъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция. *Строительные материалы*. 2017. №9, С. 47-49.
15. 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.
16. Соколов Н.С., Викторова С.С.Исследование и разработка устройства для изготовления буроинъекционных свай ЭРТ. *Строительство: новые технологии - новое оборудование*. 2017. 12. С. 37-42.
17. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // *Жилищное строительство*. – 2018. – № 1-2. – С. 62-65.
18. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // *Строительные материалы*. – 2018. – № 5. – С. 44-47.
19. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411-415.
20. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415-420.
21. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроналивных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 16-19.
  22. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте : № 2015126316/03 : заявл. 01.07.2015: опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».
  23. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.
  24. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03 : заявл. 01.07.2015 :опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

**Соколов Н.С.**

**Различные случаи использования геотехнической технологии ЭРТ**

*ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»*

*ООО НПФ «ФОРСТ»*

*(Россия, Чебоксары)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-565*

**Аннотация**

Эффективность повышения несущей способности основания фундаментов находится под пристальным вниманием, особенно в связи с увеличением объемов капитального строительства на площадках, расположенных в сложных геотехнических условиях и с наличием в их основаниях инженерно-геологических элементов со слабыми физико-механическими характеристиками. Использование буроналивных свай, устраиваемых с использованием нестандартных физических процессов, в большинстве случаев успешно решает многие сложные и нетипичные геотехнические проблемы. Эффект радиогидравлического удара в геотехническом строительстве известен, но почти не применяется. Требуется большая исследовательская работа по использованию его в части создания установок, а также разработки конкретных технологий с привязкой к типам грунтов.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, физические процессы, микроволновое излучение, буроналивная свая, радиогидравлика.

**Abstract**

The effective increasing of the bearing capacity for foundation base attracts close attention, especially in view of the increasing volume of permanent construction on sites with hard geotechnical conditions and presence of engineering and geological elements with poor physical and mechanical characteristics in their base. The use of bored injection piles, constructed using non-typical physical processes, successfully solves many complex and uncommon geotechnical issues in most cases. The effect of radiohydraulic shock in geotechnical construction is known but hardly applied. An extensive research work is required to use it in relation to installations construction, as well as to the development of specific technologies with reference to soil types.

**Keywords:** geotechnical construction, physical processes, microwave radiation, bored injection pile, radiohydraulics

Одним из интересных способов применения микроволнового излучения для решения задачи укрепления свай и близких к ним задач является «термическое укрепление грунта». Под этим понимаются технологии устройства оснований зданий и сооружений посредством термического укрепления грунта с помощью мобильных сверхвысоких частот (СВЧ) установок нагревающих грунт до стадии плавления.

Способ включает в себя образование лидерной скважины, размещение в ней излучателя СВЧ-энергии, тепловое воздействие на окружающий скважину массив грунта в два этапа в течение заданного времени, извлечение из скважины и заполнение ее материалом, причем на первом этапе теплового воздействия ведут нагревание грунта до температуры, равной  $150^{\circ}\text{C}$ , с наименьшей мощностью излучения ( $15,0-17,2$ )  $\text{kВт}$ , а на втором - при наибольшей мощности излучения ( $50,0$   $\text{kВт}$ ) с нагревом грунта до температуры, равной  $1000^{\circ}\text{C}$ . Во время теплового воздействия осуществляют возвратно-поступательное перемещение излучателя вдоль скважины [1, 2, 3].

Предшественником данного способа является способ термического упрочнения грунтов, предусматривающее устройство лидерной скважины, нагнетание в скважину продуктов сгорания топлива, в результате чего образуется термически упрочненная грунтовая свая, а лидерная скважина заполняется инертными материалами или бетоном.

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

Этапы термического закрепления основания фундаментов приведены ниже:

**Первый этап.** На этом этапе производится бурение лидерной скважины, диаметром  $300,0$   $\text{мм}$  на глубиной  $5,0$   $\text{м}$ . В забой скважины устанавливают волновод с излучателем, а отверстие герметизируют плитой с патрубком для подсоединения вакуумнонасоса и отверстием для размещения волновода.

**Второй этап.** Производится подсушка массива грунта через стенку буровой скважины. На этом этапе нагревается грунт основания до температуры, равной  $150^{\circ}\text{C}$ , при этом минимальная мощность составляет  $15,0-17,2$   $\text{kВт}$  с одновременным перемешиванием источника энергии.

**Третий этап.** После второго этапа (этап подсушки) волновод опускают в исходное положение (забой скважины) и при равномерном нагреве грунта до температуры  $1000^{\circ}\text{C}$  и при максимальной мощности  $50,0$   $\text{kВт}$ . Производится термообработка массива грунта через стенку скважины с одновременным перемещением источника энергии снизу-вверх.

**Четвертый этап.** После термообработки массива грунта волновод удаляют из скважины. Производится герметизация устья буровой скважины и выдержка нагретого массива грунта с последующей разгерметизацией и заполнением скважины инертным материалом или бетоном.

Использование способа термического укрепления грунта обеспечивает, по сравнению с существующими способом, высокое качество за счет равномерной термообработки массива грунта, возможность дистанционного управления термической обработкой и автоматизации этого процесса. Предлагаемый способ сокращает длительность процесса и снижет расход энергии.

В [1] предложен способ изготовления свайных оснований с помощью термического укрепления грунта. Термическое укрепление грунтов основано на его нагреве, вызывающем необратимые изменения вещественного состава и физико-механических свойств. В 1920-х гг. появились машины и оборудование для термообработки грунтов на строительной площадке. Твёрдое углеводородное топливо, используемое ранее для обжига грунтовых смесей и изделий, было дополнено жидким и газообразным, сжигаемым в специальных горелках. Плотность теплового потока удалось повысить до  $5 \cdot 10^4$   $\text{Вт}/\text{м}^2$ . Наибольшее практическое внедрение

получило глубинное термоупрочнение лёссовых грунтов по «способу Литвинова», значительно модернизированному за пятьдесят лет [1].

С 1950-х гг. стали использоваться электротопливные горелки, ВЧ- и СВЧ-генераторы, плазмотроны и т.п. При этом плотность теплового потока удалось увеличить до  $5 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2$ , а температуру теплоносителя до  $10 \cdot 10^3 \text{ К}$  и более. Плазменный нагрев позволяет воздействовать на материалы и вещества энергией высоких концентраций, высокими и сверхвысокими температурами, непосредственно электрическим и магнитным полями. Физико-химические процессы в условиях низкотемпературной плазмы протекают за доли секунды, т.е. исходные вещества превращаются в необходимые продукты с предельной скоростью, характерной для данного процесса.

В процессе плазменной термообработки грунты проходят шесть стадий термических преобразований: осушение (дегидратация); нагрев минеральной части (дегидроксиляция); обжиг (спекание); плавление (аморфизация); нагрев расплава (дегазация и гомогенизация); охлаждение и твердение расплава. Коагуляционный тип структурных связей, преобладающий в исходных грунтах, превращается в крипстокристаллизационный, придавая термогрунтам ряд необратимых позитивных строительных свойств. В процессе нагрева до  $(2,5 - 2,8) \cdot 10^3 \text{ К}$  одновременно происходит интенсивное газовыделение с гомогенизацией силикатного расплава. Плавленный грунт приобретает однородность состава, физических и механических свойств [1].

Физико-механические свойства термогрунтов после четвёртой стадии термического воздействия в меньшей степени зависят от химико-минералогического состава исходного грунта. В первую очередь эти свойства определяются режимом и условиями охлаждения материала на шестой стадии. Быстрое охлаждение недопустимо, так как ведёт к возрастанию термических напряжений, вызывающих микро- и макродефекты структуры плавленного грунта. Отличительной особенностью плавленных грунтов является не только высокая прочность, но и долговечность, оцениваемая по водо- и морозостойкости и стойкости к воздействию агрессивных сред.

Основное преимущество плазменного нагрева - высокая плотность теплового потока, что вызывает быстрое оплавление обрабатываемой поверхности со снижением фильтрации газов в грунт. Расположение плазмотронов в устье скважины, не принесло ожидаемых результатов.

Исследования показали, что при плазменном нагреве плавление фунтов начинается через 5 - 7 с. Увеличение времени нагрева свыше 30,0 – 40,0 сек снижает эффективность термообработки. Предлагаемая технология основана на принципе непрерывной и равномерной подачи малых порций грунта в зону плазменного реактора. При глубинной термообработке указанный принцип реализуется в лидерной скважине диаметром 200,0 – 240,0 мм с требуемой глубиной. Скважина служит реактором для получения силикатного расплава и формой для образования сваи. Термическое воздействие осуществляется глубинным плазмотроном, опускаемым до дна скважины. Для плазменной термообработки пригодны практически все разновидности минеральных грунтов. Грунт подаётся в зону плавления через специальный дозатор, устанавливаемый на устье скважины. Отходящие газы просушивают и частично нагревают грунт в дозаторе. По мере подачи грунта и подъёма плазмотрона скважина заполняется силикатным расплавом. Остывающий расплав передает основную часть тепловой энергии по радиусу скважины. Грунтоплавленное тело сваи спекается с грунтовым массивом через слои грунта, подвергнутого той или иной степени термической модификации [1].

Общая толщина этих слоев примерно соответствует первоначальному диаметру скважины. Для повышения несущей способности сваи устраиваются уширения. Они образуются за счёт задержки плазмотрона на заданной глубине на 4,0-7,0 мин с прекращением подачи грунта из дозатора. Затем уширение заполняется расплавом.

Производительность процесса определяется энергетической мощностью установки и, до некоторой степени (до 15 %), видом и влажностью исходного грунта. Расчёты и эксперименты позволили определить рациональные технологические параметры плазменной термообработки и снизить удельные энергозатраты до 1,5 - 1,8 кВтч/кг. Результаты экспериментально-

теоретических исследований, выполненных с использованием лабораторных стендов, проверены на опытно-производственном строительстве [1]. Для этого была сконструирована и изготовлена опытная установка для глубинной термообработки грунтов на строительной площадке. Эта установка оснащена генератором низкотемпературной плазмы оригинальной конструкции длиной 3,5 м (увеличение длины не вызывает затруднений). Погружной плазмотрон работает как на переменном, так и на постоянном токе. За счёт поперечного взаимодействия многодугового разряда с плазмообразующим газом формируется «размытый» плазменный факел диаметром 150,0-170,0 мм со среднемассовой температурой  $(5-6) \cdot 10^3$  К. В качестве плазмообразующего газа используется воздух. Electroды плазмотрона изготовлены из силицированного графита с высокой эрозионной стойкостью. Охлаждение электродов производится за счёт циркуляции воды в замкнутой системе с резервной ёмкостью. Энергетическая мощность генератора плавно изменяется от 60,0 до 160,0 кВт. Все системы автономного питания размещены на грузовом прицепе в мобильной плазмообразующей станции.

Свайное поле было устроено в 1997 г. на опытной строительной площадке, грунтовый массив которой сложен суглинками тяжелыми пылеватыми полутвёрдой консистенции с коэффициентом уплотнения 0,9 - 0,92, модулем деформации грунта 5000,0 – 6000,0 кПа, коэффициентом сцепления 50,0 кПа и углом внутреннего трения 24°. Были изготовлены буронабивные и грунтоплавленные сваи длиной 1,5-2,0 м. Бетонные буронабивные сваи выполнены по известной технологии для сопоставления их несущей способности с грунтоплавленными сваями. Для изготовления грунтоплавленных свай использовался грунт, выбуренный из массива при проходке лидерных скважин. Статические испытания инъекционных свай на вертикальную вдавливающую нагрузку в свайном поле осуществлялись домкратами ДГО-50 через выравнивающий слой из цементобетона. Опорная конструкция для восприятия реактивных сил состояла из анкерных буроинъекционных свай ЭРТ с поперечной балкой. Шаг загрузки составлял 20,0 кН с необходимым интервалом на каждой ступени до затухания деформаций. Деформации замерялись индикаторами часового типа ИЧ-50 с ценой деления 0,01 мм. Нагрузку каждой сваи проводилось до достижения предельной осадки 40,0 мм [1, 2].

Все грунтоплавленные сваи показали значительно большую несущую способность, чем буронабивные тех же размеров, превосходя в 2 - 3 раза [1].

После испытания свайного поля осуществили шурфование с замером всех фактических параметров каждой сваи и грунтового массива вокруг них. Результаты замеров показали, что высокая несущая способность грунтоплавленных свай объясняется уширениями и наличием слоев грунта с различным уровнем термической модификации, расположенных по периферии от тела свай из остывшего силикатного расплава.

Диаметр уширения достигал 580,0 мм, а толщина слоев модифицированного грунта – 200,0 мм и более. Влажность этих слоев оставалась на уровне 2 – 4 %, несмотря на то, что с момента изготовления свай до их обследования прошло пять месяцев, а влажность грунта в окружающем массиве составляла 20 – 24 %.

Таким образом, натурные испытания буроинъекционных свай, полученных способом плазменной термообработки грунтов до стадии плавления, дали позитивные результаты.

Экономическая эффективность предлагаемой геотехнической технологии обоснована высокими прочностью, несущей способностью и долговечностью свайного основания из плавленных грунтов; пригодностью для плазменной термообработки практически всех видов местных грунтов или минеральных отходов промышленности; отказом от дорогостоящих привозных материалов и от строительства и содержания базы для изготовления этих материалов и изделий; возможностью круглосуточного и круглогодичного производства работ при сравнительно малой величине зимнего удорожания; относительно высоким КПД получения тепловой энергии и всего технологического процесса; экологической чистотой технологического процесса; мобильностью и автономностью установки для плазменной термообработки грунтов [1].

Общая стоимость строительства свайных оснований из плавящихся грунтов складывается из затрат: на подготовительные работы (бурение скважин, подготовка грунта); на приобретение топлива для передвижной электростанции; на приобретение электродов для плазмотрона; на оплату труда обслуживающего персонала (2 чел.); на отчисления для ремонта и восстановления оборудования.

Предварительные конструкторские проработки показали, что вся плазменная установка может быть размещена на платформе грузового автомобиля грузоподъемностью 120,0 кН. Генератор для энергопитания установки может иметь привод от двигателя этого автомобиля. Погружной плазмотрон монтируется на выдвижной стреле с системой гидравлики.

Изготовление оснований из грунтоплавящихся свай рекомендуется, в первую очередь, при строительстве зданий малой этажности, при реконструкции зданий, высокой агрессивности грунтовых вод, большой рассредоточенности малых объектов, отсутствии развитой базы строительной индустрии и т.д. Экономическая эффективность предлагаемых решений зависит от конкретных условий строительства. Техничко-экономические расчеты показывают, что изготовление оснований из грунтоплавящихся свай может быть в 1,5-3,0 раза дешевле, чем применение традиционных технологий, материалов и конструкций [1].

В работе [3], выполненной в Уральском филиале Московского государственного автомобильно-дорожного института в сотрудничестве с Томским государственным архитектурно-строительным университетом предлагается вместо традиционных способов нагрева грунтов, укрепленных силикатами, для интенсификации процесса их твердения использовать нагрев с помощью энергии СВЧ, что позволило добиться более интенсивного нарастания температуры при большей равномерности нагрева.

Грунты, укрепленные силикатами, приобретают достаточную прочность, водо- и морозостойкость, что позволяет применять их как для укрепления верхних слоев земляного полотна, так и для строительства конструктивных слоев дорожной одежды. Основная идея способа силикатизации заключается во введении в грунт двух химических веществ, реакция которых дает нерастворимый осадок, заполняющий трещины и пустоты. В качестве одного из таких растворов используется раствор силиката натрия, в качестве второго - растворы солей двух- и трехвалентных металлов, из которых наиболее экономичен и доступен хлористый кальций. На контакте растворов жидкого стекла и хлористого кальция вследствие коагуляции образуется пленка кремниевой кислоты, через которую в раствор хлористого кальция диффундирует щелочь. Обедненная щелочью жидкое стекло постепенно переходит в гидрогель кремниевой кислоты. С увеличением мелких частиц в грунте возрастает прочность. Эта зависимость прочности от дисперсности грунта определяется величиной суммарной поверхности частиц грунта и количеством вяжущего вещества. Водопроницаемость грунта после силикатизации резко снижается, поэтому практически закрепленный грунт можно считать водонепроницаемым. При замораживании силикатированный грунт теряет прочность незначительно, наблюдающееся понижение прочности надо отнести за счет притекания воды в остаточные поры закрепленного грунта и, частично, за счет набухания самого геля кремнекислоты [3]. Набор прочности грунтов, укрепленных силикатами, происходит аналогично грунтам, укрепленным другими минеральными вяжущими. Так, прочность при сжатии силикатированного грунта в возрасте одних сут. достигает 45,0 - 50,0%, а в возрасте семи сут. - 75% общей прочности. К 28 сут. процесс набора прочности грунта, укрепленного силикатами, заканчивается.

Подобные преимущества энергии СВЧ нашли применение, например, в дорожной отрасли при ремонте асфальтобетонных покрытий. Исследования проводились на суглинистых грунтах при их укреплении жидким стеклом и добавкой хлористого кальция, с последующей обработкой СВЧ [4]. Показано, что при укреплении грунта силикатами с применением энергии СВЧ в возрасте семи сут. прочность при сжатии увеличивается при повышении концентрации жидкого стекла и уменьшении количества отвердителя в среднем 1,5 раза по сравнению с укрепленным грунтом, не обработанным энергией СВЧ. Максимальное значение прочности достигается при концентрации силиката натрия 1,1 г/см<sup>3</sup> и количестве отвердителя 40%, тогда

как максимальное значение плотности получено при концентрации силиката натрия  $1,2 \text{ г/см}^3$  и количестве отвердителя 40,0%.

В работе [4] рассмотрены мобильные опытно-промышленные СВЧ-установки. Представленная в этой работе мобильная СВЧ-установка для изготовления термообработанных грунтовых блоков. Установка состоит из двух модулей (формовочного устройства и обжиговой печи), смонтированных на передвижных платформах, и оснащена энергетическим оборудованием, устройствами перемещения, узлом защиты от излучения, системой автоматизированного управления. Сформованный грунтовый блок поступает по транспортёру на рольганг обжиговой печи, представляющей собой стальную трубу наружным диаметром 1420,0 мм с теплоизоляцией. В печи происходит сушка и нагрев блока до температур  $950,0^\circ\text{--}1100,0^\circ\text{C}$ , затем он поступает в приёмную камеру. Мобильная СВЧ-установка для термообработки грунтовых массивов может размещаться внутри быстровозводимого здания модульного типа.

Мобильная СВЧ-установка для термообработки грунтовых массивов на месте их залегания состоит из энергетического узла, механизма перемещения и базового большегрузного автомобиля с металлическим кузовом. Энергетический узел представляет собой источник СВЧ-излучения, оснащённый волноводами прямоугольного и круглого сечения, щелевыми и рупорными излучателями, а также механизмом вращения, позволяющим вращать секции волновода вокруг своей оси [5 – 8].

Механизм перемещения представляет собой устройство для перемещения энергетического узла в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Он состоит из опорной рамы, каретки, направляющей каретки, механизма подъёма и приводного вала. Каретка с установленным на ней СВЧ-генератором имеет возможность перемещаться по вертикали на 1000,0 мм, по горизонтали – на 562,0 мм, максимальный угол поворота в горизонтальной плоскости составляет  $50,0^\circ\text{C}$ .

Помимо ранее рассмотренных способов применения МИ можно рассмотреть в качестве перспективного использование радиогидравлического эффекта.

В работе [3] описан эффект формирования ударных волн в несжимаемых жидкостях при поглощении мощных СВЧ-импульсов.

В 1957–1959 годах в СССР начались исследования по созданию управляемых термоядерных реакторов. Один из рассматриваемых тогда методов удержания и разогрева активной области реактора до температур, необходимых для начала термоядерной реакции, заключался в ее облучении несколькими сверхмощными СВЧ-источниками. Для реализации такого проекта был необходим генератор СВЧ-излучения, способный в одном импульсе излучать энергию порядка 10,0 кДж.

Подобный генератор мог строиться на клистродах с длительностью импульса 1,0–2,5 мкс, в то время как у существовавших тогда генераторов длительность импульса составляла 10,0–2,0 мкс.

Для решения данной геотехнической задачи создавались мощные клистроны «Аметист» с выходной мощностью 5,0 МВт и длительностью импульса 2,0 мс с периодом повторения 10,0 с.

В ходе работ были получены экспериментальные подтверждения нового «радиогидравлического» эффекта. Он заключался в том, что при облучении жидкости радиоимпульсами большой энергии в ней возникают мощные гидравлические волны.

Физика предполагаемого явления представлялась достаточно очевидной. Известно, что при кратковременном выделении значительной энергии в жидкости, например, в воде, благодаря ее практической несжимаемости возникает гидродинамический удар.

Характерный пример – разрушение при выстреле герметичной полостью заполненной водой бочки. В этом случае при резком торможении пули в воде возникает гидромеханический эффект.

Аналогичный ему гидроэлектроискровой эффект проявляется при пропускании импульсов тока между погруженными в воду электродами.

Соответственно, если в водяной нагрузке выделить СВЧ-импульс большой энергии, то в результате теплового расширения воды произойдет заметное изменение ее объема, что приведет к гидравлическому удару.

Был поставлен и прямой эксперимент, демонстрирующий радиогидравлический эффект. В качестве источника СВЧ-энергии использовался СВЧ-генератор мезонной фабрики на клистроне «Соболь». В эксперименте нагрузка представляла собой стеклянную емкость с водой, помещенную в волноводе. Один из концов этой емкости прикрывался латунной мембраной, вплотную к которой прислонялся стальной шарик. При подаче СВЧ-импульсов (1,0–1,5 МВт, 120,0 мкс) ударная гидравлическая волна воздействовала на мембрану, в результате чего она перемещалась на 0,01 мм и толкала шарик. По его перемещению определялось давление на мембрану, составившее порядка 30,0 атм [9-22].

Выводы:

1. Геотехническое строительство обладает громадным арсеналом технологий и оборудования к ним. При этом использование физических принципов улучшения свойств грунтов слабых оснований является приоритетной задачей для целей освоения подземного пространства [9-22].
2. Использование радиогидравлического удара при высоких значениях СВЧ создает дополнительные возможности улучшения работы геомассива в целом и в совместной безаварийной работы основания с возводимым сооружением, а также оснований объектов окружающей застройки.
3. Эффект радиогидравлического удара в современном геотехническом строительстве почти не применяется. Требуется большая исследовательская работа по использованию его в части создания установок, а также разработки конкретных технологий с привязкой к типам грунтов.

\*\*\*

1. Сиротюк В.В., Архипов В.А. Технология изготовления грунтоплавленных свай на строительной площадке с помощью генератора низкотемпературной плазмы // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1999. № 6.
2. Миронов А.А., Новосельцев М.Г., Базуев В.П. Интенсификация твердения силикатированных грунтов с помощью энергии СВЧ. Повышение качества материалов дорожного и строительного назначения. Материалы научно-технической конференции Омск: СибАДИ, 2001. С. 146-150.
3. Синько А.С. Анализ и совершенствование технологии организации строительства зданий и сооружений магистральных газопроводов с использованием технической мелиорации грунтов. Дисс... магистр. Томск. 2016. 98 с.
4. Шавшукова С.Ю. Исторические этапы развития микроволновой техники для научных исследований и промышленных процессов. Дисс.. д-р техн. наук. Уфа. 2008. 322 с.
5. Рахманкулов Д. Л., Шавшукова С. Ю., Вихарева И. Н. Применение энергии микроволн в горном деле. Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции. Уфа: УГНТУ, 2008. Вып 3. С. 80–84.
6. Рахманкулов Д. Л., Шавшукова С. Ю., Вихарева И. Н., Чаньшев Р.Р. Опыт применения энергии микроволн в горном деле // Башкирский химический журнал. 2008. Т. 15. № 2. С. 114 – 117.
7. Рахманкулов Д. Л., Шавшукова С. Ю., Вихарева И. Н. Исторические аспекты создания и развития микроволновой спектроскопии // История науки и техники. 2008. № 6, спец. вып. 3. С. 61–67.
8. Петров В.М. Новые применения радиоэлектроники: разупрочнение горных пород мощным электромагнитным полем СВЧ // Радиоэлектроника и телекоммуникации. 2002. № 3.
9. Соколов Н.С. Электроразрядная технология усиления оснований // Жилищное строительство. 2021. № 9. С. 36–42. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-9-36-42>.
10. Соколов Н.С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены // Жилищное строительство. 2021. № 12. С. 23–27. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-23-27>.
11. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай Жилищное строительство. 2017. № 5. С. 34-37.
12. 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.

13. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буроинъекционных свай ЭРТ с многоместными уширениями. Жилищное строительство. 2017. №9. С. 25-28.
14. Соколов Н.С. Викторова С.С. Смирнова Г.М. Федосеева И.П. Буроинъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция. Строительные материалы. 2017. №9, С. 47-49.
15. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – № 1-2. – С. 62-65.
16. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – № 5. – С. 44-47.
17. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411-415
18. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415-420.
19. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 16-19.
20. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03 : заявл. 01.07.2015 :опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».
21. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.
22. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

**Соколов Н.С.**

**Технология усиления основания при реконструкции объекта**

*ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»*

*ООО НПФ «ФОРСТ»*

*(Россия, Чебоксары)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-566*

#### **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 буроинъекционные сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям. Статья рассматривает случай реконструкции объекта общественного назначения с использованием электроразрядной технологии при усилении тела оснований фундаментов с помощью буроинъекционных 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 18,63x18,0м, 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 42,855x15,16м, 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 18,965x48,46 м. 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 11,32x15,62 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 9,88x48,46м; 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 отдельностоящий 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 проведения 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 прослои 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, песчаные, 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, слюдистые, пластичные, местами текучие; Пески - желтые и коричневые, средней крупности, неоднородные, с гравием и щебнем кремнистых пород, средней плотности, водонасыщенные. Полная мощность флювиогляциальных отложений составляет 5.8-7.0 м., вскрытая мощность 4.7-5.8 м. Под толщей четвертичных отложений на глубине 10.3-10.5 м (абс. отм. 140.85-139.98) встречены отложения **верхней юры представленные волжским ( $J_3v$ ) и оксфордским ( $J_3ox$ ) ярусами**. Отложения **волжского яруса** представлены супесями черными, пылеватыми, слюдистыми с прослоями глауконитового песка, полутвердыми, мощностью 3,2 м. Отложения **оксфордского яруса** представлены глинами черными, пылеватыми, слюдистыми с крупными фосфоритами и включениями обломков фауны, мощностью 6,8-10,1 м. **Каменноугольные отложения** развиты на глубине 20.4-20.5 м (абс. отм. 129.88-130,85 м) и представлены подсветами: - измайловской ( $C_3izm$ ), мещеринской ( $C_3mse$ ), перхуровской ( $C_3pr$ ), неверовской ( $C_3nvr$ ), ратмировской ( $C_3rt$ ). **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 надъярского водоносного горизонта. По состоянию на момент приведенных инженерно-геологических изысканий в 1947-1990 гг. **подземные воды надъярского 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. Водоупором 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», 2011 г. 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  $d_{fm}$  на открытых площадках составляет: - для песков пылеватых и мелких:  $d_{fm}=1,3$  м; - для песков средних, крупных и гравелистых:  $d_{fm}=1,4$  м; - для крупнообломочных песков:  $d_{fm}=1,6$  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 свай и наиболее востребованы для работы в стесненных условиях [1-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-22].

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 буроналивных свай ЭРТ [11, 12, 13-22].

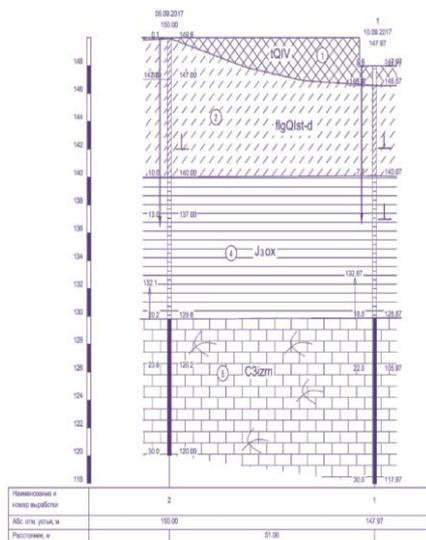


Рисунок 1. Характерный инженерно-геологический разрез. 1 – песчано суглинистые грунты со щебнем кирпича, бетона; 2 – супесь пластинчатая, пылеватая, с прослоями песка водонасыщенного; 3 – песок средней крупности, средней плотности, маловлажный; 4 – глины тяжелые, слюдяные, твердые; 5 – известняк средней 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, П	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	0,221	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	0,147	0,65	-	19	0,001	28			1,98	33	0,001	1,96	32	0,000



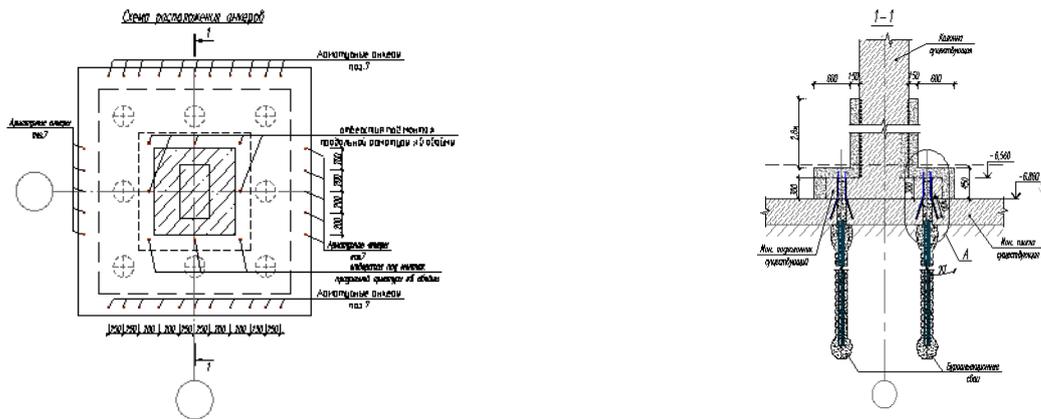


Рисунок 3 Схема усиления монолитного ростверка 1.

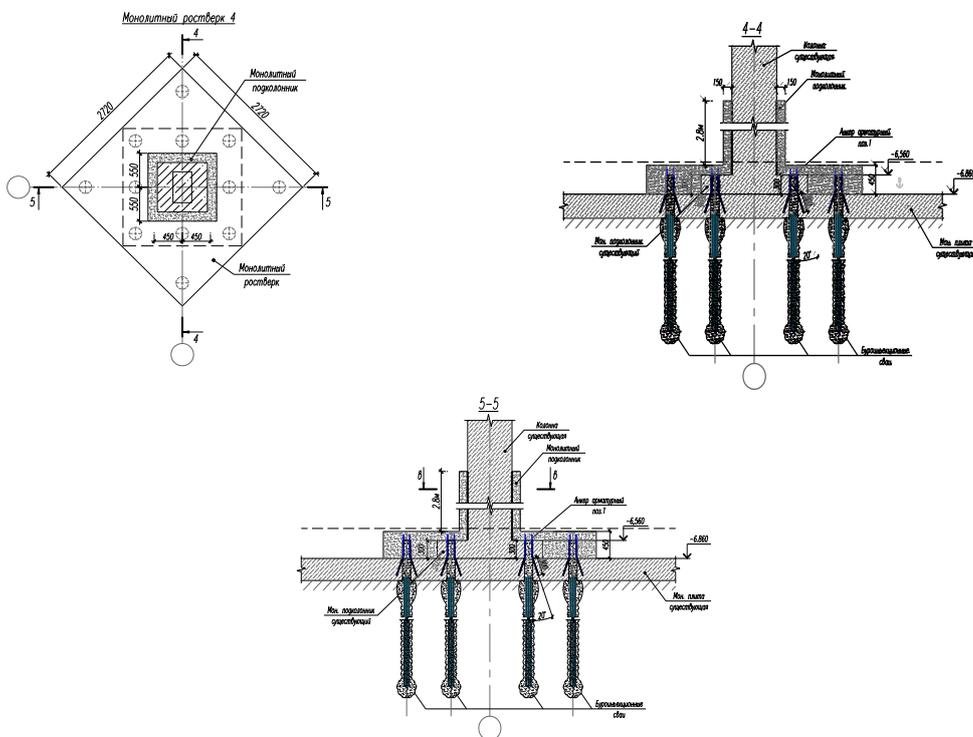


Рисунок 4. Схема усиления монолитного ростверка 4.

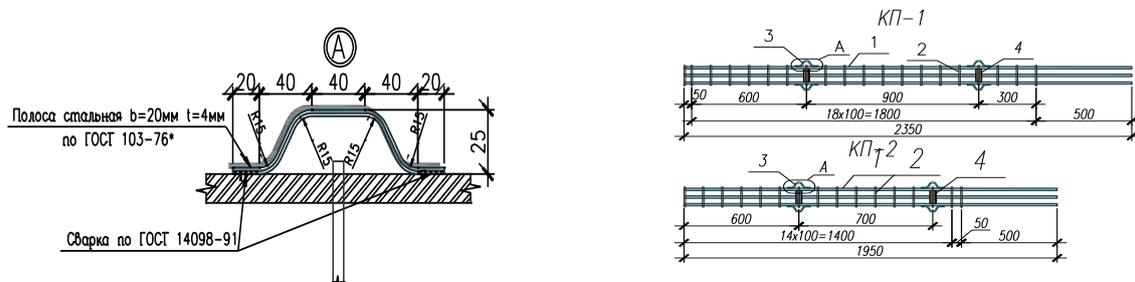


Рисунок 5. Армирование буроналивных свай. 1 – продольная арматура; 2 – поперечная арматура; 3 – фиксатор; 4 – элемент жесткости каркаса.

**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.

\*\*\*

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов С. 17–20.
2. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986. 301 с.
3. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
4. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
5. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
6. 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.
7. Lee, J.H., Salgado, R. 1999. Detervation of pile base resistance in sands. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 125 (8). 673-683.
8. Mandolini, A., Russo, G., Veggiani, C. 2005. Pile foundations: experimntal investigations, analsis and design. Ground Engineering 38 (9): 34-38.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – № 1-2. – С. 62-65
14. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – № 5. – С. 44-47.
15. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411-415.
16. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / 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. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415-420.
17. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 16-19.
18. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте : № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 :опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».
19. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.
20. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015 :опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В.

- Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».
20. Соколов Н.С. Викторова С.С. Смирнова Г.М. Федосеева И.П. Буринъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция. Строительные материалы. 2017. №9, С. 47-49
21. 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.

**Суфиянов Р.Ш.**

### **Беспилотные автомобили в России**

*Бронницкий филиал ФГБОУ ВО «Московский  
автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ)»  
(Россия, Бронницы)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-567

#### **Аннотация**

Беспилотные автомобильные системы - будущее в эволюции всего транспортного движения. Беспилотные технологии в России, как и во всём мире, активно развиваются и внедряются в повседневную жизнь, не смотря на экономические препятствия и политические реалии.

**Ключевые слова:** автомобиль, беспилотные технологии, автомобилестроение, транспортная инфраструктура.

#### **Abstract**

Self-driving car systems are the future in the evolution of all traffic. Unmanned technologies in Russia, as well as all over the world, are actively developing and being introduced into everyday life, despite economic obstacles and political realities.

**Keywords:** automobile, unmanned technologies, automotive industry, transport infrastructure.

Российские автопроизводители испытывают немалые трудности в цифровой конкуренции с инновационными стартапами ведущих иностранных автоконцернов из-за нарушений поставок важных составляющих, которые использовались при разработке беспилотных систем. Тем не менее, по данным Росстата [1] в первом полугодии 2023 года объем выпуска в отрасли производства компьютеров, электронных и оптических изделий увеличился на 30,4%, а в производстве транспортных средств и оборудования - на 22%.

На фоне общего снижения мировых продаж автомобилей многие российские компании продемонстрировали, что освоение технологии компьютерного зрения и беспилотных автомобилей в целом, не может быть остановлено [2,3].

Еще в 2018 году было издано постановление, разрешающее проведение эксперимента по внедрению беспилотных автомобилей в Москве и появились первые такие транспортные средства. При этом ГАЗ, КАМАЗ, Сбер и Яндекс разработали план по выводу беспилотных автомобилей на дороги. В июле 2018 года «Яндекс» и правительство Москвы подписали соглашение о развитии беспилотного транспорта в столице.

Первым городом России, в котором беспилотные автомобили передвигались уже не в тестовом режиме, стал наукоград Иннополис в Татарстане, с одноименной особой экономической зоной. В этом городе-спутнике Казани, расположен университет «Иннополис» и работает служба беспилотного такси, регулирующая перевозку пассажиров без водителя за рулём.

В 2019 году командой направления беспилотных автомобилей Яндекса был разработан самоуправляемый робот-курьер Яндекс.Ровер. В сентябре 2020-го «Яндекс» образовал

отдельную компанию Yandex Self-Driving Group (Yandex SDG) для разработки беспилотных автомобилей [4].

Во многих современных автомобилях уже применяются элементы искусственного интеллекта с различным уровнем автономности. Для оценки уровня автономности машин, Американским обществом автомобильных инженеров разработана шестиуровневая усовершенствованная система помощи водителю Advanced Driver Assistance System (ADAS) - от 0 до 5.

Уровни автоматизации автомобилей:

- 0 уровень: автоматизация отсутствует и транспортным средством управляет только водитель за рулем.
- 1 уровень: водитель и автопилот управляют автомобилем вместе. Имеется круиз-контроль, водитель рулит, а система автоматически поддерживает скорость, регулирует мощность работы двигателя и управляет тормозом, а в случае необходимости, машина может автоматически снизить или прибавить скорость.
- 2 уровень: частично автоматизированный автомобиль. Водитель держит руки на руле и в любой момент может принять управление транспортным средством.
- 3 уровень: автомобиль условно автоматизирован. Водитель может заниматься во время движения своими делами и от него не требуется немедленной реакции в экстренных случаях. Однако, в ряде случаев, ему необходимо взять управление на себя.
- 4 уровень: широкая автономность. Автомобиль не требует внимания во время работы автопилота, и полностью автономен в определенных гео зонах или условиях (например, в автомобильных пробках). Однако, когда эти условия меняются, автомобиль просит водителя продолжить управление.
- 5 уровень: полная автоматизация. Контроль и действия человека не требуются – автомобилем управляет полностью автоматизированная система управления ADAS.

Долю беспилотных автомобилей в общих продажах к 2035 году планируется довести до 10 - 15 % от всего объема продаж автомобилей в мире в натуральном выражении. До этого времени производителям автомобилей необходимо решить ряд вопросов, связанных с законодательным регулированием, подготовкой инфраструктуры и стандартизацией производства беспилотных технологий.

Технология беспилотников 5 уровня является самой сложной системой комбинации алгоритмов компьютерного зрения и нейронных сетей. Они управляются с помощью десятков датчиков, бортового компьютера, который собирает и анализирует информацию с сенсоров, и принимает решения.

Робомобили оснащаются такими устройствами, как лидары, радары, камеры, одометры, гиростабилизаторы. В большинстве современных беспилотных автомобилях главными датчиками аппаратного обеспечения являются лидары, радары и камеры.

Компания Waymo (экс Google Self-Driving Car), входящая в Alphabet придерживается, преимущественно, «лидарной» концепции. Сторонником идеи «камерной» технологии с главной опорой на данные с камер и радаров является Илон Маск, и возглавляемая им компания Tesla. На беспилотнике Waymo: 5 лидаров, 9 камер и 6 радаров. На беспилотных автомобилях Яндекса 10 камер, 6 радаров и 4 лидара.

Сенсоры беспилотного автомобиля позиционируют его собственное положение в пространстве, обнаруживают препятствия и дают объемную видимость. Однако для функционирования большего количества камер необходимы и большие вычислительные

мощности, при этом качественная работа беспилотного автомобиля зависит не только от сенсоров, но и от соответствующего программного обеспечения [5].

Разработчики беспилотных автомобилей все более активно монетизируют перевозки пассажиров, используя автономные машины. Компания Waymo имеет собственную роботизированную службу такси в Аризоне, где на части маршрутов человек-оператор вовсе отсутствует. На таких участках, в случае необходимости, управление автомобилем может быть передано оператору, который находится в офисе компании и может безопасно завершить маршрут [6].

Ведущие мировые автоконцерны ежегодно направляют около 7 % своих доходов на разработку систем безопасности, а порядка 10 % средств на цифровизацию в направлении «Подключенные автомобили». Однако активному развитию нового цифрового продукта на рынке может в значительной степени препятствовать высокая конечная стоимость беспилотного автомобиля [7].

Так, согласно текущим прогнозам Bloomberg New Energy Finance к 2025 году, электромобили станут доступнее, а стоимость владения электромобилем сравняется со стоимостью владения обычным автомобилем. Однако наличие сенсоров, камер, датчиков и программного обеспечения на беспилотных автомобилях, добавляют к стоимости современного обычного автомобиля, по оценкам *Consulting Group*, 15-20 тыс. долларов США [8].

Высокий спрос на беспилотный транспорт наблюдается в промышленности, в частности грузовики «Газпром нефти» начали применяться при освоении Арктики. Машины перевозят грузы по 140-километровому зимнику, соединяющему автономный нефтепромысел с поселком. Применение беспилотного автотранспорта повышает эффективность логистики северных месторождений и способствует увеличению объема поставок необходимого оборудования и материалов [9].

Для сельского хозяйства Компания Cognitive Pilot (одно из совместных предприятий Сбера) разработала систему автономного управления для комбайнов, применяемых при уборке зерновых культур. При этом снизились потери урожая, расход топлива и число аварий.

На трассе М-11 «Москва - Санкт-Петербург» готовится коридор для беспилотных грузовиков, произведенных основным российским производителем грузовых автомобилей «Камаз».

Таким образом, беспилотные автомобили продолжают активно развиваться и внедряться в повседневную жизнь России. Основным результатом развития цифровых технологий в отрасли станет появление на автомобильном рынке нового цифрового продукта - автономного, электрического и подключенного автомобиля.

Внедрение инноваций в автомобильном транспорте в России сдерживается технологическими, юридическими, информационными и потребительскими рисками. Тем не менее, к 2030 году каждый новый автомобиль будет содержать элементы ADAS более высокого уровня, которые обеспечат большую безопасность передвижения транспортных средств, а также возможность транспортировки грузов в зонах высокой опасности без водителя, в частности, во время техногенных и природных катастроф.

\*\*\*

1. Автропром-2023. Электронный ресурс: <https://iz.ru/1551073/sofia-smirnova/sploshnye-ubytki-nazvana-samaia-postradavshaia-ot-sankcii-otrasl>
2. Суфиянов Р.Ш. Применение элементов искусственного интеллекта в современных автомобилях// Тенденции развития науки и образования, 2022, №82-2. С.90-93.
3. Суфиянов Р.Ш. Лидар в системе обеспечения безопасности эксплуатации беспилотного автомобиля// Тенденции развития науки и образования, 2022, №82-2. С.87-90.
4. Яндекс запустил беспилотное такси: Электронный ресурс: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/07/06/2023/6480446b9a7947c8c046c906?from=copy](https://www.rbc.ru/technology_and_media/07/06/2023/6480446b9a7947c8c046c906?from=copy)
5. Как в России внедряют беспилотные грузовики. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/606dd85e9a7947c8ff58b8be?>

6. Беспилотные автомобили: прошлое, настоящее и будущее. <https://hub.forklog.com/bespilotnye-avtomobili-proshloe-nastoyashhee-i-budushhee/>
7. Верева Т.В. Трансформация рынка автомобилестроения на основе цифровых инноваций // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Том 10. – № 1. – С. 173-188.
8. Бутенко В. Беспилотники на бездорожье. BCG Review. 2017. N42, p.40. [http://www.image-src.bcg.com/Images/BCG\\_Review\\_November-2017\\_tcm27-178366.pdf](http://www.image-src.bcg.com/Images/BCG_Review_November-2017_tcm27-178366.pdf).
9. В Арктике стартовали беспилотные грузоперевозки. Электронный ресурс: <https://www.ixbt.com/news/2023/05/05/v-arktike-startovali-bespilotnye-gruzoperevozki.html?ysclid=lu0tg0gh5140379862>

**Суфиянов Р.Ш.**

**Повышение качества металла для отечественного автопрома**

*Бронницкий филиал ФГБОУ ВО «Московский  
автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ)»  
(Россия, Бронницы)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-568

**Аннотация**

От качества сталей, используемых для изготовления кузовов легковых автомобилей, во многом зависит надежность и долговечность автомобиля. Не менее важным является и технологичность используемого стального листа.

**Ключевые слова:** кузов автомобиля, качественная листовая сталь, санкции, система качества, технический регламент.

**Abstract**

The reliability and durability of the car largely depends on the quality of the steels used for the manufacture of passenger car bodies. Equally important is the manufacturability of the steel sheet used.

**Keywords:** car body, high-quality sheet steel, sanctions, quality system, technical regulations.

По официальным данным [1] в России в 2023 году значительно возросло производство автомобилей. По сравнению с 2022 годом увеличение выпуска составило 537 тыс. новых автомобилей, что на 19% больше. Лидером отечественного автопрома стал в 2023 году – АвтоВАЗ, производство автомобилей на котором увеличилось на 70%.

Тем не менее, аналитики отмечают, что на пути устойчивого развития российского автопрома существуют барьеры, в частности, недостаточное обеспечение комплектующими. В особенности это относится к электронным компонентам и к ряду специфических систем управления автомобилем.

На фоне ужесточения антироссийских санкций и из-за невозможности из этого приобретать передовые компоненты за рубежом, постановлением Правительством было введен в действие упрощенный технический регламент, разрешающий использовать автотранспорт, произведенный в России без некоторых элементов (АБС, подушки безопасности и др.).

Коснулись санкции и листового высокопрочного проката, используемого при изготовлении кузовов легковых автомобилей. До введения антироссийских санкций высокопрочные стали поставлялись из недружественных стран и санкции стали стимулом для развития собственного производства и технического перевооружения металлургических предприятий [2].

От качества сталей, используемых для изготовления кузовов легковых автомобилей, во многом зависит надежность и долговечность автомобиля. Не менее важным является и технологичность используемого стального листа, который в процессе формирования из него частей кузова подвергается как воздействию высокой температуры при резке с помощью лазера, а также значительным нагрузкам при прохождении этапов штамповки на прессовом оборудовании.

В технологическом производстве должны использоваться только качественные листы со стабильными механическими и «предсказуемыми» свойствами.

Известно, что кузов современного легкового автомобиля состоит из различных частей (элементов), изготовленных из листовых сталей, различающихся как по толщине листа, так и по химическому составу (маркой стали). Широко применяются низкоуглеродистые мягкие марки сталей, а также различные марки высокопрочных сталей, при этом толщина используемых стальных листов варьируется от 0,8 до 2 мм.

В настоящее время доля мягких сталей, используемых для изготовления кузовов, постепенно снижается и не превышает 30% и доля эта имеет тенденцию к дальнейшему снижению. Согласно экспертным данным в течение ближайших двух десятилетий, их применение может снизиться до 3%. В тоже время оставшуюся часть должны занять высокопрочные стали с улучшенными механическими характеристиками.

Следует отметить, что качество высокопрочного листового проката, производимого на ряде отечественных предприятий, не соответствует современным требованиям. К примеру, при использовании некачественного металла при закройке лазером, если в металлическом листе остались высокие остаточные напряжения, то металл загибается, а изделие, соответственно, бракуется.

В частности, на Челябинском механическом заводе в связи с переходом на отечественную сталь была введена дополнительная операция листопрямления в связи с короблением металла в процессе резки и непостоянства характеристик изделия после гибки [3].

Процесс обновления оборудования не быстрый и в настоящее на переходном этапе отлажены механизмы и логистические цепочки для получения металла, в частности, от китайских производителей.

Продукция современной промышленности, в особенности сложные изделия, такие например, как автомобиль (кузов автомобиля), как было отмечено выше, состоит из целого ряда элементов. Если эти элементы не соответствуют по важным (ключевым) показателям, то при сборке это приводит к дефектам всей готовой целевой продукции.

Одним из ключевых параметров, определяющих качество продукции, является средний фактический показатель несоответствия по качеству, заданный в виде нормативного уровня государственным стандартом [4]. Данный стандарт устанавливает методы, использующие оценки и уровни качества, выраженные в долях соответствующих единиц продукции на миллион. Уровень несоответствий определяется в единицах ppm (ppm – количество дефектных изделий на миллион).

Данный показатель используется, в частности, на металлургическом комбинате Магнитогорска (ММК). Комбинат становится одним из крупнейших поставщиков отечественного автопрома. По динамике внутреннего спроса по отраслям в ММК продукция для автомобильной отрасли прибавила за прошедший год 31,9% [5,6].

По оценкам экспертов [7] возросло качество металла, поставляемое для производства автомобилей LADA, которое достигло рекордно высокого уровня. ММК достиг снижения среднего фактического показателя несоответствий по качеству с 0,36 до 0,143 ppm.

Достигнуть таких высоких результатов позволило внедрение системы обнаружения и классификации дефектов на поверхности холоднокатаного металлопроката в производственном потоке. Разработанная отечественными инженерами программа распознает более 22 типов дефектов (царапины, порезы, изломы, ржавчину, перегибы и др.) и данные поступают на автоматизированное место оператора, и в систему контроля качеством продукции (рис.1) [8].



Рисунок 1. Система автоматического контроля качества поверхности холоднокатаного листа.

Действующая на комбинате система качества состоит из следующих основных компонентов:

1. *LED подсветка* - обеспечивает качественное освещение для зон видеоконтроля;
2. *Сканирующий модуль* – осуществляет первичную обработку изображения. Состоит из комплекса видеокамер высокого разрешения, связанных с модулем распознавания;
3. *Модуль распознавания дефектов* - обнаруживает и распознает различные типы дефектов по получаемым видеоизображениям;
4. *Сервер баз данных* – сохраняет архив изображений дефектов;
5. *Автоматизированное рабочее место (АРМ)* – служит для просматривания выдаваемых системой протоколов.

Промышленность России, в том числе и автопром, после введения беспрецедентного числа санкций смогла преодолеть их последствия и развивается, несмотря на имеющиеся трудности.

Кабинет министров РФ постепенно возвращает технический регламент в отечественную автомобильную промышленность и отмеченные выше послабления, действующие с 2022 года, будут постепенно отменяться [9].

\*\*\*

1. Эксперт рассказал о главных проблемах российского автопрома в 2024 году. Электронный ресурс: [https://carsweek.ru/news/News\\_in\\_the\\_world/1280932/](https://carsweek.ru/news/News_in_the_world/1280932/)
2. Автопром намерен минимизировать импорт металлопродукции. Электронный ресурс: <https://rg.ru/2023/11/07/svoe-koleso-uedet-dalshe.html?ysclid=ltbdclmcm4638733345>
3. В России наблюдается острый дефицит качественного металла. Электронный ресурс: <https://5koleso.ru/avtopark/proizvodstvo/so-shvedskoj-stalyu-takih-problem-ne-bylo-chem-nash-metall-ne-ustraiвает-rossijskih-avtoproizvoditelej/?ysclid=lte43umuah874996221>
4. ГОСТ Р ИСО 28597-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Уровни качества в виде числа несоответствующих единиц продукции на миллион.
5. В России создали новые марки стали для автомобильной промышленности. Электронный ресурс: <https://quto.ru/journal/news/v-rossii-sozdali-novye-marki-stali-dlya-avtomobilnoi-promyshlennosti-01-03-2023.htm?ysclid=ltecu3bynyr216303566>
6. Основные направления развития продаж ММК. Электронный ресурс: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/158122>
7. Lada Vesta NG получила металл рекордно высокого уровня. Кузов оцинкован и адаптирован к российским реалиям. Электронный ресурс: <https://www.ixbt.com/news/2023/05/16/lada-vesta-ng-3.html?ysclid=ltlce8rjd81041457>
8. Современные российские технологии контролируют качество листового металлопроката. Электронный ресурс: <https://roboticsworld.ru/cases/sovremennye-rossiyskie-tehnologii-kontroliruyut-kachestvo-listovogo-metalloprokata/?ysclid=lte4hb451u84651744>
9. Правительственные послабления для российского автопрома постепенно сходят на нет. Электронный ресурс: <https://ruposters.ru/news/01-06-2023/pravitelstvennie-poslableniya-rossiiskogo-avtoproma-postepenno-shodyat>

**Фурсов В.П.****Автоматизация вентиляции: решения для промышленных предприятий***Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-569

**Аннотация**

Данная статья рассматривает роль и преимущества систем автоматического управления вентиляцией в помещениях с вредными выбросами в воздух. Обсуждаются принципы работы таких систем, эффективность и экологическая целесообразность применения.

**Ключевые слова:** системы автоматического управления, вентиляция, вредные выбросы, качество воздуха, безопасность, экологическая устойчивость.

**Abstract**

This article examines the role and advantages of automatic ventilation control systems in rooms with harmful emissions into the air. The principles of operation of such systems, efficiency and environmental expediency of application are discussed.

**Keywords:** automatic control systems, ventilation, harmful emissions, air quality, safety, environmental sustainability.

Автоматизация вентиляции представляет собой инновационный подход к управлению воздухообменом на промышленных объектах, обеспечивая оптимальные условия для работы сотрудников, сохранение оборудования и соблюдение стандартов экологии.

Промышленные предприятия, лаборатории, заводы – все они создают опасные вещества, которые могут оказать вредное воздействие на здоровье человека. В таких условиях необходимо применение эффективных систем автоматического управления вентиляцией для обеспечения безопасности работников и сохранения экологического равновесия.

Загрязнение воздуха в помещениях с вредными выбросами представляет серьезную угрозу для здоровья человека. Вредные вещества, такие как химические испарения, газы, токсичные пары, могут вызывать различные заболевания, от дыхательных проблем до серьезных заболеваний органов. Без должной вентиляции эти вещества накапливаются в воздухе и могут создать опасные концентрации.

Системы автоматического управления вентиляцией играют ключевую роль в поддержании качества воздуха в таких помещениях. Они предназначены для мониторинга уровня загрязнения и автоматического регулирования работы вентиляционных систем в соответствии с этими данными.

Системы автоматического управления вентиляцией обычно основаны на датчиках, которые контролируют уровень вредных веществ в воздухе. Данные датчики могут измерять концентрацию определенных газов или паров и передавать полученные данные в центральный управляющий блок.

По полученным данным управляющий блок принимает решение о необходимости изменения режима работы вентиляции, что может включать увеличение скорости вентиляторов для быстрого удаления вредных веществ или открытие дополнительных воздуховодов для подачи свежего воздуха. Так, системы автоматического управления обеспечивают непрерывный контроль за уровнем вредных веществ и быструю реакцию на изменения среды, что повышает безопасность работников, а также позволяет оптимизировать потребление энергии и обеспечивать эффективное удаление загрязнений, что в конечном итоге снижает эксплуатационные расходы.

Для обеспечения благоприятных условий для людей и надлежащего хода технологического процесса в производственных помещениях необходимо поддерживать определенные параметры воздуха. Данные параметры, называемые допустимыми,

представляют собой сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии не оказывают отрицательного воздействия на здоровье человека, его самочувствие и работоспособность, а также не способствуют возникновению профессиональных заболеваний. Микроклимат в производственных помещениях зависит от температуры, влажности и скорости движения воздуха. Поэтому эти характеристики рассматриваются как нормируемые параметры микроклимата. Кроме того, важным фактором является чистота воздуха в зоне пребывания людей, и согласно ГОСТ 12.1.005-88, необходимо избегать местных вредных и неприятных воздушных потоков, а также не превышать предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Для небольших производственных помещений, таких как мельничные пункты, комбикормовые цеха, склады, деревообрабатывающие мастерские, ремонтно-механические мастерские и цеха металлообработки, основным методом достижения допустимых параметров воздуха является применение системы приточно-вытяжной вентиляции. Существующие проекты автоматизации таких вентиляционных систем обычно ограничиваются регулированием температуры в помещении посредством релейного управления. Однако, даже в таких помещениях, где имеются технологические системы аспирации и локальные системы вытяжной вентиляции, воздух часто содержит примеси органической или минеральной пыли, пары лакокрасочных материалов и вредные газы. Поэтому даже при оптимальной температуре внутри помещения, вентиляцию приходится включать вручную для удаления вредных примесей из воздуха.

Таким образом, существующая система управления вентиляцией имеет следующие недостатки:

- Низкое качество регулирования.
- Отсутствие связи между системой управления вентиляторами и уровнем загрязнения воздуха, что приводит к бесполезной работе вентиляторов.
- Повышенное энергопотребление.

Для решения этих проблем предлагается новый метод управления вентиляцией, при котором основное внимание уделяется очистке воздуха от вредных примесей, а температура в помещении регулируется с определенной степенью компромисса, что позволит улучшить качество микроклимата и снизить расход электроэнергии. Этот метод управления вентиляцией реализуется с использованием системы автоматического управления на основе нечёткой логики. Выходным параметром такой системы является частота питающего напряжения двигателя вентилятора, а входными параметрами служат степень загрязнения воздуха вредными примесями и температура в помещении. Для этих параметров разрабатываются функции принадлежности и создается матрица правил нечёткого вывода.

Система управления вентиляцией, описанная выше, обладает рядом преимуществ и функциональных особенностей:

1. Система предоставляет возможность переключаться между автоматическим и ручным режимами работы. В автоматическом режиме она эффективно регулирует вентиляцию в зависимости от обнаруженных параметров микроклимата, а в ручном режиме оператор может вмешаться и управлять процессом вручную.
2. Магнитные пускатели выполняют важные функции в системе, подключая вентиляторы напрямую к электрической сети, обеспечивая быстрое и надежное включение. Также, с другой стороны, отключает частотный преобразователь в ручном режиме, что позволяет снизить энергопотребление.
3. Управление вентиляторами осуществляется с использованием частотного преобразователя для точной регулировки частоты вращения вентиляторов, а, следовательно, и объема воздуха, поступающего в помещение.
4. Для управления частотным преобразователем используется программируемый логический контроллер, который обладает высокой гибкостью и может быть настроен для различных задач управления вентиляцией.

5. Система предусматривает возможность использования различных типов датчиков загрязнения воздуха в зависимости от характера помещения. Это позволяет оптимизировать работу вентиляции для конкретных условий.
6. Благодаря автоматическому регулированию работы вентиляторов в зависимости от параметров микроклимата и уровня загрязнения воздуха, система способствует экономии электроэнергии и снижению операционных расходов.

Таким образом, описанная система управления вентиляцией обеспечивает эффективное и гибкое управление микроклиматом в помещениях с учетом различных факторов, что способствует повышению комфорта, безопасности и эффективности работы.

Системы автоматического управления вентиляцией играют важную роль в обеспечении безопасности и комфорта в помещениях с вредными выбросами. Их применение не только повышает уровень защиты здоровья работников, но и способствует экономии ресурсов и снижению вредного воздействия на окружающую среду. Внедрение таких систем следует рассматривать как неотъемлемый элемент современных промышленных и производственных процессов, направленных на создание безопасной и устойчивой среды для работы и жизни.

\*\*\*

1. Отопление и вентиляция: учебник для вузов. В 2 - х ч. / П. Н. Каменев, А. Н.Сканави, В. Н. Богословский, А. Г. Егизаров, В. П. Щеглов. – Москва: Издательство СТРОЙИЗДАТ, 1975. – 483 с.
2. Сасин В.И. Отопительные приборы в современном строительстве /“АВОК”. - 2007. -№8.

**Фурсов В.П.**

### **Система кондиционирования: преимущества испарительного охлаждения**

*Самарский государственный технический университет*

*(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-570

#### **Аннотация**

Статья рассматривает систему кондиционирования на основе испарительного охладителя как инновационное решение для обеспечения комфортных климатических условий в помещениях. Описываются принципы работы такой системы, ее преимущества по сравнению с традиционными кондиционерами и области применения.

**Ключевые слова:** система кондиционирования, испарительный охладитель, энергоэффективность, экологическая безопасность, охлаждение воздуха, принцип работы, увлажнение воздуха.

#### **Abstract**

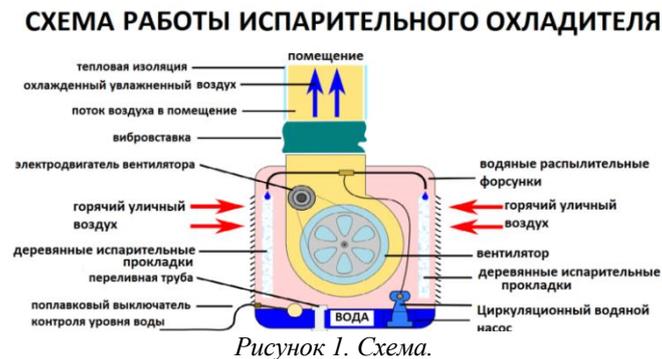
The article considers an air conditioning system based on an evaporative cooler as an innovative solution to ensure comfortable indoor climatic conditions. The principles of operation of such a system, its advantages over traditional air conditioners and applications are described.

**Keywords:** air conditioning system, evaporative cooler, energy efficiency, environmental safety, air cooling, operating principle, humidification.

Испарительный охладитель, также известный как эвапоративный охладитель, использует процесс испарения воды для охлаждения воздуха, состоящий из насоса, который циркулирует воду по специальным охладительным анодам, и вентилятора, который выдувает прохладный воздух в помещение.

Принцип функционирования основан на использовании высокой удельной теплоты испарения воды, что приводит к существенному снижению температуры сухого воздуха в процессе перехода жидкой воды в паровую фазу. Этот процесс требует гораздо меньше

энергии, чем традиционное компрессорное охлаждение, обеспечивая эффективное охлаждение воздуха. (рис 1.)



Испарительные охладители потребляют гораздо меньше энергии по сравнению с традиционными кондиционерами. Они не требуют компрессора для охлаждения воздуха, что снижает энергопотребление и операционные расходы. И поскольку испарительные охладители не используют хладагенты, содержащие фреоны или другие вредные вещества, они более экологически чисты. Его принцип работы основан на следующих этапах:

1. Впуск горячего воздуха: горячий воздух из окружающей среды поступает в испарительный охладитель.
2. Испарение воды: внутри испарительного охладителя находится сетка или другая поверхность, покрытая водой, и горячий воздух проходит через эту поверхность, и вода начинает испаряться, поглощая тепло.
3. Охлаждение воздуха: в результате испарения воды воздух охлаждается, а влажность в нем увеличивается.
4. Выход охлажденного воздуха: охлажденный и увлажненный воздух выходит из испарительного охладителя и поступает в помещение, обеспечивая комфортные условия.

Системы кондиционирования на основе испарительных охладителей могут быть использованы в различных сферах:

1. Жилые и коммерческие здания: Они могут обеспечивать комфортное кондиционирование воздуха в жилых домах, офисах, ресторанах и других местах.
2. Промышленные объекты: Испарительные охладители широко применяются в промышленности для охлаждения оборудования и производственных помещений.
3. Сельское хозяйство: Испарительные охладители используются для поддержания оптимальных условий в теплицах и птицефермах.
4. Спортивные сооружения: Они могут обеспечивать комфортную температуру в спортивных залах и стадионах.

Технология охлаждения воздуха с использованием испарения на влажной поверхности имеет давнюю историю. В методе, известном как косвенно-испарительное охлаждение, воздух разделяется на два потока с помощью полимерной мембраны. Один из этих потоков взаимодействует с водой, что делает его более прохладным и увлажненным.

На основе этой технологии была разработана новаторская система кондиционирования, названная DEVap (сокращение от английской фразы «desiccant-enhanced evaporative» - осушитель с повышенным испарением), которая сочетает в себе охлаждение через испарение и осушение воздуха, что приводит к значительной экономии электроэнергии, на 90% и первичной энергии на 60% по сравнению с традиционными системами кондиционирования воздуха.

Процесс обработки воздуха происходит в два этапа. На первом этапе наружный и вытяжной воздух смешиваются, а приточный воздух проходит через теплообменник, где

осушается с использованием жидкого сорбента на основе воды и хлорида лития (LiCl) / хлорида кальция (CaCl<sub>2</sub>). Конструкция теплообменника разделена на герметичные секции, где происходит теплообмен, а в основных секциях осушения воздуха уложена паропроницаемая мембрана, внутри которой циркулирует жидкий сорбент. Стенки основной секции находятся в тепловом контакте с секциями охлаждения. На втором этапе осушенный воздух поступает в теплообменник непрямого испарительного охлаждения, где также используется мембрана для обдува водой и охлаждения воздуха.

Система DEVar решает проблему кондиционирования в помещениях с повышенной влажностью, используя сорбент, который способен поглощать влагу. Для этой цели применяется раствор хлорида лития или хлорида кальция с повышенной концентрацией. Еще одна мембрана в установке отделяет сорбент от воздушного потока, проходящего через канал. Полимерная мембрана обладает пораами диаметром 1-3 микрометра, что позволяет водяному пару проходить через нее и в то же время удерживать хлориды в растворе.

Сорбент поглощает влагу из потока воздуха, делая его сухим и теплым, после чего подготовленный воздух направляется в систему косвенного испарительного охлаждения. Сорбенты, используемые в системе, относительно безвредны (например, хлорид кальция встречается в смесях, используемых в качестве антигололедных средств), но могут проявлять повышенную коррозионную активность, что может потребовать использования неметаллических компонентов в системе. Однако это также означает, что нет необходимости в использовании фреона, который является хладагентом в традиционных охлаждающих системах. Сорбент можно переиспользовать после простого нагрева до температуры кипения воды, что может быть выполнено с использованием тепла, образующегося в других производственных процессах в промышленных условиях. Но опять же, несмотря на множество преимуществ, системы на основе испарительного охладителя могут не подходить для всех климатических условий и типов зданий. Их эффективность может зависеть от влажности воздуха и температуры окружающей среды, поэтому при выборе подходящей системы кондиционирования следует учитывать конкретные требования и особенности конкретного проекта.

В целом, разработки в области климатического контроля, такие как системы DEVar, направлены на создание более устойчивых и эффективных решений, которые могут сделать нашу жизнь более комфортной и одновременно снизить нашу нагрузку на окружающую среду.

Системы кондиционирования на основе испарительного охладителя представляют собой прогрессивное решение для обеспечения комфортных климатических условий в помещениях. Их энергоэффективность, экологическая безопасность и простота обслуживания делают их привлекательным выбором для широкого спектра применений, от домашнего использования до коммерческих и промышленных объектов.

\*\*\*

1. Отопление и вентиляция: учебник для вузов. В 2 - х ч. / П. Н. Каменев, А. Н.Сканави, В. Н. Богословский, А. Г. Егизаров, В. П. Щеглов. – Москва: Издательство СТРОЙИЗДАТ, 1975. – 483 с.
2. «Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях. -М., 2000. 250-252 с.
3. Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях. Учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. - М.: Форум, Инфра-М, 2014. - 596 с.

**Хакимова А.И.**

**Оптимизация оборотного водоснабжения с помощью интеллектуальных датчиков**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-571

**Аннотация**

Данная статья обсуждает роль и значимость интеллектуальных датчиков в АСУ ОБ. В статье рассматриваются преимущества использования интеллектуальных датчиков, вызовы их внедрения, а также стратегии по обеспечению безопасности и эффективности автоматизированных систем управления оборотным водоснабжением.

**Ключевые слова:** интеллектуальные датчики, автоматизированные системы управления, оборотное водоснабжение, сбор данных, безопасность, эффективность.

### Abstract

This article discusses the role and importance of intelligent sensors in automated control systems. The article discusses the advantages of using intelligent sensors, the challenges of their implementation, as well as strategies to ensure the safety and effectiveness of automated circulating water supply management systems.

**Keywords:** intelligent sensors, automated control systems, recycled water supply, data collection, safety, efficiency.

Современные технологии в области управления водоснабжением становятся все более инновационными и эффективными благодаря использованию интеллектуальных датчиков (далее по тексту – ИД), которые позволяют собирать и анализировать данные в реальном времени, что обеспечивает возможность оперативного реагирования на изменяющиеся условия и повышает уровень безопасности в системах управления оборотным водоснабжением.

Наличие систем оборотного водоснабжения на объектах водоснабжения является одним из показателей технологического развития промышленных предприятий.

Оборотное водоснабжение, также известное как система обратного (циклического) водоснабжения, представляет собой инновационный подход к управлению ресурсами воды, который позволяет оптимизировать потребление воды, уменьшить загрязнение и снизить нагрузку на экологические системы, основанная на принципе переработки и повторного использования воды, что способствует более эффективному и устойчивому использованию водных ресурсов.

Внедрение систем оборотного водоснабжения позволяет существенно снизить сброс сточных вод и потребность в свежей воде, что имеет как экономический, так и экологический эффект. Сегодня количество технической воды, используемой для охлаждения промышленного оборудования, эквивалентно 85% от общего объема промышленного водопотребления. Такой колоссальный объем потребления воды требует более рационального использования и сохранения этого ресурса. Имеет смысл использовать эту воду повторно.

Многие промышленные предприятия используют системы оборотного водоснабжения. В таких случаях значительная часть воды, используемой для охлаждения, является подогретой и частично загрязненной. Работоспособность оборотного водоснабжения предприятия контролируется автоматизированной системой управления технологическим процессом. Система включает в себя установку интеллектуальных контрольно-измерительных приборов: датчиков давления, температуры, уровня воды в баке и ультразвуковых расходомеров. Для стабилизации состава охлажденной воды в системе также предусмотрена автоматическая подача реагентов и специальных очистных сооружений.

Первым шагом при оценке безопасности применения ИД является анализ их интеграции с существующими системами управления, поэтому убедиться в том, что датчики совместимы с оборудованием, используемым в системе водоснабжения, и что их интеграция не вызовет непредвиденных проблем с работоспособностью системы. Но поскольку датчики собирают и передают данные через сеть, они могут стать объектом атак со стороны злоумышленников, поэтому необходимы предпринимаемые меры по обеспечению безопасности защите системы от угроз.

Количество датчиков температуры, давления, расхода и уровня очень велико, а их работа достаточно сложна по сравнению с другими элементами измерительной цепи. В зависимости от типа чувствительного элемента, диапазона измеряемых параметров,

конструктивного исполнения и других характеристик для каждого типа датчиков существует большое количество модификаций. В этом можно убедиться, изучив каталоги производителей приборной продукции. В настоящее время в России и в других странах развитие всех типов сенсорных приборов идет очень быстрыми темпами. Производители, конкурируя между собой и учитывая потребности производства, каждый год выпускают приборы с новыми чувствительными элементами, повышенной точностью и множеством новых функций.

С развитием микроэлектроники, например, с развитием элементной базы обработки сигналов датчиков, и усложнением систем управления объектами все большее развитие получают дистанционные интеллектуальные устройства и исполнительные механизмы. Для унификации номенклатуры датчиков и снижения затрат на комплектацию и настройку систем управления объектами возрастающей сложности датчики должны удовлетворять требованиям нормализации и линеаризации выходных сигналов, а также требованиям унификации интерфейсов по методам кодирования и протоколам передачи данных. В результате унификации требований и особенностей функционирования систем управления мобильными объектами возникает возможность и необходимость разработки и производства специальной компонентной базы для комплектации дистанционных интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств. Необходимо создать компонентную базу для изготовления «умных» периферийных устройств - датчиков различных физических величин со встроенной цифровой коррекцией и нормализацией выходных сигналов со стандартных интерфейсов, умных силовых коммутаторов с элементами защиты и самотестирования, умных исполнительных механизмов на базе электромеханических приводов и других периферийных умных исполнительных устройств. Одним словом, система управления децентрализована с целью уменьшения количества кабельных проводок, что повышает надежность и снижает качественные и габаритные показатели системы управления объектом.

Интеллектуальные датчики имеют встроенные микропроцессоры, которые выполняют некоторую обработку сигнала, что позволяет получать более точные показания за счет использования численных расчетов для компенсации нелинейности или температурной зависимости чувствительного элемента. Функциональность некоторых устройств варьируется от измерения нескольких параметров и преобразования их в одно измерение (например, преобразование объемного расхода, температуры и давления в массовый расход, так называемые многопараметрические датчики), встроенной диагностики и автоматической калибровки.

Некоторые интеллектуальные приборы позволяют передавать на передатчик как аналоговые, так и цифровые сигналы. При одновременной передаче обоих сигналов аналоговый сигнал используется для передачи значений измеряемых параметров, а цифровой - для функций настройки и калибровки, а также для считывания измеренных параметров. Данные устройства обеспечивают преимущества цифровой связи при сохранении совместимости и надежности аналогового подхода, необходимого для существующих систем. Благодаря ограничению операций цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования сигнала, считывание измеряемых параметров в цифровом виде повышает точность. Однако цифровые методы измерения вносят задержки в измерения (время последовательной передачи пакетов информации), которые могут быть неприемлемы для управления быстродействующими схемами.

Цифровые датчики могут хранить непрерывную технологическую информацию (метки, дескрипторы измерительных позиций, диапазоны калибровки, единицы измерения), записи процедур технического обслуживания и т.д., которая может быть считана по требованию. Многопараметрические приборы содержат базу данных о физических свойствах измеряемых жидкостей и газов. Для сильно рассредоточенных объектов интеллектуальные датчики являются незаменимым выбором.

Беспроводные системы сбора данных особенно уязвимы: если используются провода, то злоумышленнику все равно придется подобраться к ним и подключиться (хотя в случае стратегически важных объектов это менее неправдоподобно), тогда как радиосвязь обычно

осуществляется открыто, без аутентификации, что упрощает задачу - в рамках атаки данные могут транслироваться со значительного расстояния. Действительно, многие протоколы опроса промышленных датчиков реализуются без какой-либо аутентификации ответа. Даже если датчик вынужден отвечать после передачи запроса, всегда есть возможность ответить быстрее (конечно, в особо «изолированных» случаях приходится устанавливать глушилки, подавляющие ответ реальных датчиков, но все эти способы отработаны на базе WiFi). Помимо случаев намеренной подмены показаний, возможны также отказы датчиков или сбои в канале передачи данных.

Информация о текущем состоянии технического объекта передается в микропроцессорную систему управления по многочисленным информационно-измерительным каналам, и чем больше этих каналов, тем выше риск получения системой недостоверной информации. Поэтому одной из важнейших функций первичной обработки технической информации является контроль ее достоверности. Достоверность контроля - это устойчивое соответствие между результатом контроля и фактическим значением контрольной величины при проведении любого числа однократных определений в одних и тех же условиях контроля.

В большинстве случаев такая ситуация решается путем многократного использования датчиков, причем ответственность за определение надежных датчиков обычно ложится на дежурный персонал, который принимает решения на основе своих знаний и опыта. Поэтому необходимо создание системы поддержки принятия решений, которая включает в себя аппаратные компоненты и дополнительное программное обеспечение.

Применение интеллектуальных датчиков в автоматизированных системах управления оборотным водоснабжением представляет собой важный шаг в совершенствовании инфраструктуры водоснабжения.

\*\*\*

1. Белан А.Е. Технология водоснабжения. — Киев: Наукова думка, 1985.
2. Сомов М.Л. Водопроводные системы и сооружения. — М: Стройиздат, 1987. — 398 с.
3. Храменков С.В. Стратегия модернизации водопроводной сети. — М.: Стройиздат, 2005. — 398 с.

**Холуденева А.О., Сенина С.Э., Шаповалов Д.И.**

**Использование основных характеристик наблюдения для повышения показателей качества продукции и степени удовлетворенности потребителей**

*Пензенский государственный технологический университет  
(Россия, Пенза)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-572

**Аннотация**

Статья посвящена исследованиям возможностей использования основных характеристик наблюдения в процессе выпуска нового продукта в серийное производство для обеспечения высокого качества продукции и процессов. Рассмотрена необходимость надлежащего контроля и обеспечения качества, а также использование критических характеристик и основных контролируемых характеристик для определения уровня качества.

**Ключевые слова:** качество, ключевые показатели эффективности, характеристики продукта, надежность, клиенты.

**Abstract**

The article is devoted to research into the possibilities of using the main characteristics of observation in the process of releasing a new product into mass production to ensure high quality of products and processes. The need for proper quality control and quality assurance is discussed, as well

as the use of critical characteristics and key controllable characteristics to determine the level of quality.

**Keywords:** quality, key performance indicators, product characteristics, reliability, customers.

Исследование подчеркивает важность выхода за рамки простой удовлетворенности клиентов и достижения удовлетворенности путем внедрения надежной системы обеспечения качества. В статье предлагается проводить исследования возможностей в процессе выпуска нового продукта в серийное производство для обеспечения устойчивого качества продукции и процессов. Особое внимание уделяется использованию ключевых показателей эффективности (КПЭ), включая индексы возможностей, для измерения и обеспечения соответствующего уровня гарантии качества и удовлетворения клиентов. Целью является расширение набора КПЭ за счет включения важнейших показателей из области качества.

В настоящее время на различных предприятиях существует объективная необходимость надлежащего контроля и гарантии качества, а также рассматривается использование критических характеристик и основных контролируемых характеристик для определения уровня качества. Мероприятия по отзыву продукции рассматриваются как худшее проявление неэффективной системы обеспечения качества. Актуальным является пересмотр определение качества, основываясь на надежности, и внедрение надежной систему обеспечения качества для соответствия требованиям клиентов и предотвращения сбоев. Удовлетворение клиентов является необходимым, но недостаточным условием для получения прибыли. Необходима реализация таких подходов по управлению качеством, которые включает удовлетворение клиентов через неожиданные улучшения качества. Также важной характеристикой является надежность, которая отражает способность продукта сохранять качественные характеристики в течение всего срока его службы.

В условиях непрерывной производственной деятельности организации необходимо обеспечить высокое качество продукции и процессов. Сосредоточиться на ключевых этапах жизненного цикла: проектировании и разработке, предсерийном и серийном производстве, использовании продукта. Для оценки выполнения поставленных задач и разработки корректирующих действий необходимо использовать ключевые показатели эффективности. КПЭ - это индикатор, отражающий соответствие бизнес-деятельности, запланированным результатам. Важно учитывать связь КПЭ с общей организационной стратегией и политикой качества. Исследование возможностей процесса помогает определить его способность удовлетворить требования клиента и стабильность качества продукции. Для этого используются индексы возможностей процесса, такие как: индекс возможностей (он определяется как отношение размаха допуска к размаху процесса) - CP и индекс критических возможностей CR.

Рассмотрим исследование возможностей процесса на примере производственного предприятия. В ходе предсерийного производства были произведены все замеры по чертежу заказчика и проанализированы возможности для предотвращения несоответствий. Были приняты корректирующие действия. После был выбран набор характеристик КПЭ, и проведено развитие исследований их возможностей. Отчетность приняла форму информационной панели, которая была введена в эксплуатацию. Процесс проектирования производства является важным компонентом общего подхода к выводу на рынок нового продукта. Он начинается с исследований и разработок, которые распространяются на промышленное производство. Исследования возможностей для обеспечения качества продукции проходят на разных этапах, начиная со стадий проектирования и создания прототипа, и продолжаются на протяжении всего периода серийного производства.

Перед началом производства необходимо напомнить заказчику о правилах и требованиях этапа индустриализации. Также требуется управлять приемкой поставляемых деталей, используя IT-инструменты и регулярно обновлять отчетные документы. Во втором этапе, названном предсерийным автономным этапом, поставляются детали из окончательных инструментов с целью достижения заданных показателей качества. Завершение этого этапа

предполагает прохождение предварительной квалификации продукта. Третий этап - предсерийный этап, направлен на разработку промышленных средств для повторяемой поставки по полной скорости. После завершения этапов индустриализации устанавливается система мониторинга для контроля качества во время серийного производства.

Введем термин основные характеристики наблюдения (Essential Monitored Characteristics) – CSE, которые имеют важное значение по нескольким причинам. Мониторинг этих параметров помогает предотвратить риски для клиента, гарантировать функциональность, нужную клиенту и другим заинтересованным сторонам, также обеспечивает интеграцию компонентов. Достижение высоких уровней CSE говорит не только об удовлетворенности клиентов, но и о превышении значений показателей относительно ожиданий к ним. Для достижения целей во время производства необходимо учесть особенности продукта, процесс, оборудование, инструменты, датчики и персонал. Осведомленность всех участников технологического процесса о критических точках предотвращает потенциальные проблемы, неприятные исходы и обеспечивает достижение заданного уровня качества (Рис. 1).

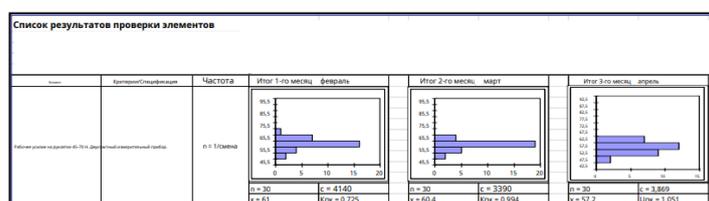


Рисунок 1. Пример использования основных характеристик наблюдения.

Проблемы могут возникнуть при изменениях в конструкции, материалах или поставщиках в предсерийном или аттестационном процессе. Важно также учитывать возможности настройки параметров, точность и выбранную технологию. Некоторые производственные линии могут столкнуться с проблемами при достижении целевого уровня производительности. Важно обращать внимание на выбранные методы и измерительное оборудование. При оценке возможностей на предсерийном этапе используется подход с краткосрочными возможностями, тогда как на начальных этапах и серийном производстве используются долгосрочные возможности. Необходимо определить наиболее важные характеристики продукта – CSE. Предварительные работы должны быть выполнены перед запуском в предсерийное производство, при обнаружении несоответствий необходимо принять соответствующие меры.

\*\*\*

1. ГОСТ Р ИСО 9004—2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества (от 23.11.2010 г. № 501-ст). — М.: Стандартинформ, 2011.
2. Драганчук Л. С. Поведение потребителей: Учебное пособие / Драганчук Л.С. — М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016.
3. Зекунов А.Г. Управление качеством: учебник для бакалавров / А.Г. Зекнов, В.Н. Иванов, В.М. Мишин, Ю.В. Пазюк; под ред. А.Г. Зекунова. — М.: Изд-во Юрайт, 2019. — 475

**Шелехов И.Ю., Чеботарева О.С., Швецов М.Д.**

**Опыт применения нового типа датчиков для систем отопления**

*Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет  
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-573

#### **Аннотация**

В статье проводится анализ факторов, влияющий на комфортное состояние людей в помещении. Показано, что для создания оптимальных параметров теплоощущения необходимо контролировать температуру воздуха в помещении в зависимости от температуры

ограждающих конструкций. В статье представлены результаты применения дифференциального датчика температуры, с помощью которого происходит управление системой отопления.

**Ключевые слова:** параметры микроклимата, теплоощущения, дифференциальный датчик, системы отопления, энергетические затраты, современные технологии.

### Abstract

The article analyzes the factors influencing the comfortable state of people indoors. It is shown that in order to create optimal heat sensation parameters it is necessary to control the air temperature in the room depending on the temperature of the enclosing structures. The article presents the results of using a differential temperature sensor, which is used to control the heating system.

**Keywords:** microclimate parameters, heat sensation, differential sensor, heating systems, energy costs, modern technologies.

В соответствии с существующими стандартами, основной задачей системы отопления является поддержание стабильной температуры в помещении. В жилых помещениях и в помещениях, где требуется поддерживать стабильную температуру круглосуточно, соблюдение данного условия оправдано. Имеется много различных интеллектуальных приборов и устройств для поддержания стабильным этого параметра не зависимо от изменения внешних метеорологических условий. Промышленность производит различные типы датчиков для этих приборов, с помощью которых измеряется температура внутри и за пределами помещения. Имеется много помещений, эксплуатация которых осуществляется периодически, это административные и промышленные помещения, которые работают 5 дней в неделю по 8–10 часов. Основные энергетические затраты при обслуживании всех помещений приходятся на систему отопления, соответственно, в целях экономии, температура в данных помещениях в нерабочие часы понижается. Экономический эффект при этом незначительный, так как при понижении температуры воздуха внутри помещения в нерабочее время, понижается температура ограждающих конструкций, что отрицательно сказывается на теплоощущениях людей, особенно в первые часы работы. Ограждающие конструкции здания имеют большую теплоемкость, поэтому количество затрачиваемой энергии, которое тратится на их нагрев соизмерима с величиной энергии, которую «сэкономили» [1]. Основное условие комфортного состояния человека заключается в комбинированном термическом воздействии на него конвекционного и радиационного тепла. Причем соотношение этих термических воздействий должно быть в определенной пропорции, и при обеспечении заданной температуры воздуха при окружении холодных предметов и стен, человек будет испытывать дискомфорт. Для того, чтобы обеспечить людям на рабочих местах комфортные теплоощущения, необходимо менять температуру воздуха в зависимости от температуры ограждающих конструкций и предметов, находящихся внутри помещения. Обеспечить оптимальный комфорт в таких помещениях измеряя только температуру воздуха невозможно, при использовании второго датчика температуры, который будет контролировать температуру ограждающих конструкций, необходимо уже использовать интеллектуальную систему управления температурными параметрами, которая будет осуществлять комплексную оценку термического воздействия с учетом теплоаккумулирующих свойств помещения [2].

В рамках выполнения исследовательских работ по выпускной квалификационной работе по специальности «Инновационные технологии в технической эксплуатации зданий и городских инженерных систем», было предложено использовать дифференциальные датчики температуры, которые измеряют температуру воздуха с коррекцией своего значения в зависимости от температуры ограждающих конструкций. На первый взгляд кажется, что поставленная задача несложная, достаточно увеличить или уменьшить показание датчика температуры в зависимости от температуры стены и для этого будет достаточно рассчитать коэффициент пропорциональности. Если посмотреть на данную проблему шире, то увидим, что площадь и материал ограждающих конструкций индивидуален для каждого помещения. Кроме

этого, необходимо учитывать, что все системы отопления, в том числе и центральная система отопления, имеет свои теплоаккумулирующие характеристики. Также необходимо рассчитать оптимальную температуру стен с учетом температуры внутри помещения и за его пределами. Надо высчитать минимальную температуру стен, при которой «точка росы» будет максимально удалена от внутренней поверхности, чтобы помещение меньше теряло тепловой энергии, также необходимо рассчитать инерционность ограждающих конструкций и инерционность предметов, находящихся внутри помещения [3].

Кроме учета теплоёмкости и инерционности стен, необходимо учитывать процесс изменения теплопроводности материалов в зависимости от изменения их влажности в зависимости от условий эксплуатации и воздействия внешней среды. При строительстве современных зданий, в последнее время, стали использовать легкие теплоизоляционные материалы с пористой структурой, которые имеют малую плотность и малую величину теплоёмкости [4]. Обладая пористой структурой, данные материалы обладают свойством впитывать влагу и менять свою теплопроводность. Пока поры заполнены воздухом, который имеет теплопроводность порядка  $0,026 \text{ Вт/ (м } ^\circ\text{C)}$ , материал плохо проводит тепло. При насыщении этих пор влагой с теплоёмкостью порядка  $0,58 \text{ Вт/ (м } ^\circ\text{C)}$  теплопроводность может измениться в десять или даже в двадцать раз, а в зимний период времени, когда в порах образуется лёд с коэффициентом теплопроводности  $2,3 \text{ Вт/ (м } ^\circ\text{C)}$ , теплопроводность может измениться в несколько десятков раз [5].

Справиться с поставленной задачей может только интеллектуальная система управления, в которую можно заложить алгоритм управления, который будет учитывать все вышеизложенные факторы [6]. Такие системы управления не получили широкого распространения по очень многим причинам, из общего списка можно назвать только две самых существенных: цена и наличие специализированного персонала для обслуживания.

Противопоставить своё техническое решение интеллектуальной системе управления сложно, но, как показали наши исследования, обеспечить приемлемые параметры теплоощущений в помещениях периодического использования можно. Суть идеи заключалась в замене классических резистивных датчиков температуры на датчики, изготовленные по технологии, описанной в патенте на полезную модель № 219638. Данная технология позволяет производить нагревательные элементы, а фактически резистивные элементы, не только с различным сопротивлением, но и с различным коэффициентом термического сопротивления (КТР). При последовательном включении двух резистивных датчиков температуры, где первый находится в воздухе, а второй крепится на стену, значения сопротивления будут зависеть от двух параметров: температуры воздуха и температуры стены. Первый резистивный датчик изготавливается с КТР, который совпадает с КТР классических резистивных датчиков, второй резистивный датчик изготавливается в виде резистивной сборки, состоящей из нескольких резисторов с одинаковым номиналом, но с разным КТР. В зависимости от типа помещения, из резистивной сборки выбирается нужный резистор, который по характеристикам наиболее близок к параметрам ограждающих конструкций данного помещения. Проведённые в зимний период времени 2023–2024 гг. исследования параметров микроклимата в различных помещениях, показали высокую эффективность данного технического решения. Исследования проводились в административных помещениях, после установки и настройки датчиков, работники перестали ощущать дискомфорт, который присутствовал, особенно в начале рабочего дня. Мы проводили исследования в промышленных помещениях, где также наблюдался положительный эффект, но, в отличие от административных помещений, в промышленных помещениях присутствует большое количество теплоёмких материалов в виде технологического оборудования и материалов, поэтому эффективность от применения данных датчиков немного ниже.

\*\*\*

1. Шелехов И. Ю., Ладьженская А. Н., Забелина А. А. Особенности индивидуального управления параметрами микроклимата в офисных помещениях. Современное строительство и архитектура. 2022. № 7 (31). С. 4–7.

2. Мацевитый Ю. М. Оценка энергетической эффективности систем электротеплоаккумуляционного отопления административных зданий/ Мацевитый Ю.М., Ганжа Н.Г., Хименко А.В. // Научные журналы НТУ «ХПИ»: Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит №10 - НТУ «ХПИ», 2011.
3. Шелехов И. Ю. Комбинированная электрическая система отопления для каркасных домов / И.Ю. Шелехов, Т.И.Шишелова, Е.И.Смирнов, В.П.Иноземцев // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27. № 2. С. 198–214.
4. Vilune Lapinskiene, Vytautas Martinaitis. The Framework of an Optimization Model for Building Envelope. 2013. Pp. 670–677
5. Vasco Granadeiro, José P. Duarte, João R. Correia, Vítor M.S. Leal. Building envelope shape design in early stages of the design process: Integrating architectural design systems and energy simulation. 2013. Pp. 196–209.
6. Шелехов И. Ю., Шелехова А. И., Воронцова Ю. С. Интеллектуальные системы управления микроклиматом зданий. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 87-3. С. 80–82.
7. Шелехова И. В., Шелехов И. Ю., Шелехова А. И. Гибкий нагревательный элемент с неравномерной удельной мощностью. Патент на полезную модель RU 219638 U1, 31.07.2023. Заявка № 2022133257 от 19.12.2022.

**Шляк И.Т.**

**Оптимизация работы пластинчатых теплообменников**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2024-574*

**Аннотация**

Статья рассматривает важность оптимизации работы пластинчатых теплообменников. Обсуждаются методы оптимизации, направленные на повышение эффективности и экономической выгоды использования теплообменных устройств. В работе также анализируются факторы, влияющие на процесс оптимизации.

**Ключевые слова:** пластинчатые теплообменники, оптимизация, эффективность, параметры, безопасность, пластины, скорость

**Abstract**

The article considers the importance of optimizing the operation of plate heat exchangers. Optimization methods aimed at increasing the efficiency and economic benefits of using heat exchange devices are discussed. The paper also analyzes the factors influencing the optimization process.

**Keywords:** plate heat exchangers, optimization, efficiency, parameters, safety, plates, speed.

Теплообменник – это устройство, которое передает тепло от нагретого теплоносителя к более холодному через разделительную стенку. Данный тип теплообменников применяется в различных отраслях, таких как механическое производство, энергетические станции, судостроение, нефтегазовая промышленность и другие.

Пластинчатые теплообменники также являются важным элементом в промышленных процессах и системах отопления, кондиционирования и охлаждения. Их эффективность и надежность определяют эффективность производства и комфортность жизни в различных областях промышленности и бытового использования. Стремительное развитие технологий и требований к устойчивости окружающей среды подталкивают к постоянной модернизации и оптимизации этих устройств.

Пластинчатые теплообменники – это аппараты, предназначенные для передачи тепла от горячего теплоносителя к холодной среде с помощью пластин, собранных в пакет. Пластины образуют каналы, по которым протекают теплоносители, осуществляя обмен тепловой энергией. Горячие и холодные среды перемещаются между собой. На рисунке 1 показан пластинчатый теплообменник.

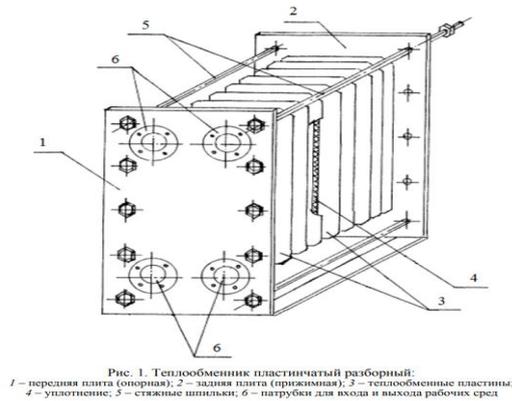


Рис. 1. Теплообменник пластинчатый разборный:  
1 – передняя плита (опорная); 2 – задняя плита (прижимная); 3 – теплообменные пластины;  
4 – уплотнение; 5 – стяжные шпильки; 6 – патрубки для входа и выхода рабочих сред

Рисунок 1.

Теплообменные пластины навешиваются на верхнюю и опираются на нижнюю несущую балку, которая также используется для центрирования пластин. Они устанавливаются между опорной и прижимной плитами, образуя пакет, который затем стягивается в монолитный узел с помощью болтов. Пластины имеют различные штампованные объемные элементы – гофры, которые создают турбулизацию потока и увеличивают коэффициенты теплоотдачи. Пластины разделены резиновыми или силиконовыми прокладками на два типа: большие кольца ограничивают каналы на лицевой стороне пластины для соответствующего потока жидкости, а также два угловых отверстия для ввода и вывода жидкости; малые кольца изолируют два отверстия и создают транзитный проход для другого потока жидкости. Пластинчатые теплообменники имеют недостаток в виде большого числа пластин и уплотнительных прокладок, что усложняет обслуживание и ограничивает их применение.

При проектировании пластинчатых теплообменников, а также поиска методов его модернизации ключевым этапом является выполнение проектных расчетов, направленных на определение оптимальной поверхности нагрева. Этот процесс позволяет не только обеспечить эффективность работы теплообменника, но и оптимизировать его производительность.

Если рассматривать, скоростной пластинчатый теплообменник (рис.2), то в нем передача энергии интенсивна во всех секциях, за исключением первой и последней. Потoki жидкостей направлены навстречу друг другу: теплоноситель подается сверху, а холодная среда — снизу. Этот процесс обеспечивает эффективный теплообмен между средами.

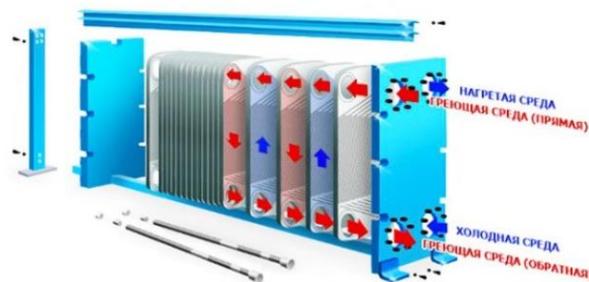


Рисунок 2. Скоростной пластинчатый теплообменник.

Увеличение количества пластин повышает эффективность пластинчатых теплообменников, поскольку увеличивается поверхность для теплообмена. Такой принцип используется для увеличения производительности и эффективности теплообменников.

Одним из основных направлений модернизации является улучшение теплопередачи, что может быть достигнуто через различные инновации в конструкции и материалах пластинчатого теплообменника. Например, применение новых материалов позволяет увеличить теплоотдачу или снизить сопротивление потока, что улучшает общую эффективность системы. Также

существуют методы повышения турбулентности потока жидкости, что способствует более эффективному теплообмену.

Использование изоляционного кожуха направлено на выполнение несколько важных функций, направленных на повышение эффективности теплообменника. Во-первых, он предотвращает нежелательные потери тепла или холода за счет создания барьера между рабочей средой внутри теплообменника и внешней атмосферой, что особенно важно в системах, где необходимо поддерживать определенную температуру или контролировать процесс охлаждения. Во-вторых, изоляционный кожух защищает сам теплообменник от воздействия внешних факторов, таких как атмосферные условия, механические повреждения и коррозия, повышая надежность и срок службы оборудования, снижая затраты на его обслуживание и ремонт. (рис. 3)

Особенно важно правильно спроектировать и установить изоляционный кожух в холодильных системах, где даже небольшие потери тепла могут привести к снижению работы системы. Подбор толщины и типа изоляционного материала должен быть сделан с учетом требований конкретного процесса и условий эксплуатации.

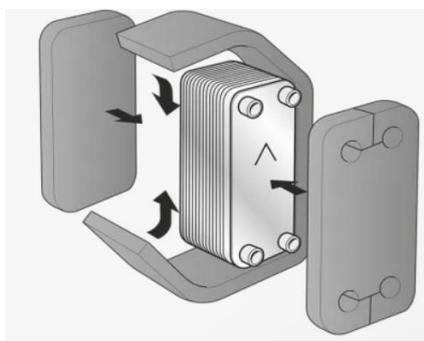


Рисунок 3. Изоляционный кожух.

Регулирование скорости потока рабочей среды через теплообменник также способно оптимизировать производительность пластинчатого теплообменника. Для такой этого используются различные клапаны, насосы или другие устройства для контроля расхода и давления. Важным моментом оптимизации работы пластинчатых теплообменников является оптимизация режимов эксплуатации, которая подразумевает выбор оптимальных температур и расходов рабочих сред, а также регулирование параметров процесса.

Стабильность работы пластинчатого теплообменника напрямую зависит от состояния его компонентов. Например, эластичные прокладки, расположенные между пластинами, необходимы для обеспечения герметичности системы и предотвращения утечек. Регулярная проверка и замена изношенных прокладок помогает избежать потери эффективности и предотвращает возможные поломки.

Пластины теплообменника являются основным элементом, через который происходит теплообмен между средами. Но они также могут стать жертвами накопления различных отложений и загрязнений, таких как накипь, ржавчина или осадки органического происхождения, приводя к уменьшению эффективности теплообмена и повреждению поверхности пластин. Регулярная чистка пластин специальными средствами позволяет сохранить их производительность и продлить срок службы.

Для улучшения эксплуатационных характеристик пластинчатого теплообменника можно внести следующие изменения в его конструкцию:

- Различные конфигурации пластин (толщина, геометрия, узор) могут иметь значительное влияние на производительность теплообменника;
- Выполнение гофры на пластине в виде концентрических окружностей или спиралей;

- Расположение входа и выхода каждого теплоносителя через отверстия, одно из которых будет находиться в геометрическом центре, а другое - в периферийной зоне, передней и задней плитах;
- В некоторых случаях можно установить дополнительные устройства, такие как турбуляторы или отделительные пластины, чтобы улучшить теплообмен.

Эти изменения позволят улучшить массогабаритные характеристики, повысить эксплуатационную надежность уплотнения и увеличить коэффициенты теплопередачи пластинчатого теплообменника.

Оптимизация работы пластинчатых теплообменников также имеет прямое влияние на экономическую выгодность использования данных устройств. Так, путем повышения их эффективности и снижения затрат на эксплуатацию можно добиться значительного снижения общих затрат на процессы теплообмена, что является важным фактором для предприятий различных отраслей промышленности.

\*\*\*

1. Теплообменный аппарат. Виды, устройство, классификация теплообменников. [Электронный ресурс] - URL: [http://www.eti.su/articles/over/over\\_1553.html](http://www.eti.su/articles/over/over_1553.html)
2. Барановский, Н. В. Пластинчатые и спиральные теплообменники / Н. В. Барановский, Л. М. Коваленко, А. Р. Ястребецкий.-М.: Машиностроение.- 1973.
3. Калинин, Э. К. Эффективные поверхности теплообмена/ Э. К. Калинин, Дрейцер Г. А., Копп И. З. и др. -М.: Энергоатомиздат.-1998.
4. Справочник по теплообменникам. Том 2. Перевод О.Г.Мартыненко. М.:Энергоатомиздат, 1989, с.527.

### Шляк И.Т.

#### Пластинчатые теплообменники: роль и виды

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2024-575

#### Аннотация

Статья представляет обзор конструкции пластинчатых теплообменников с их основными преимуществами. Также в статье описаны основные элементы конструкции каждого типа теплообменника и их функциональное значение. Рассмотрены разборные, паяные, сварные и полусварные теплообменники, а также особенности их применения в различных областях.

**Ключевые слова:** пластинчатый теплообменник, конструкция, эффективность, разборные теплообменники, паяные теплообменники, сварные теплообменники, полусварные теплообменники, технические характеристики.

#### Abstract

The article provides an overview of the design of plate heat exchangers with their main advantages. The article also describes the main design elements of each type of heat exchanger and their functional significance. Collapsible, brazed, welded and semi-welded heat exchangers are considered, as well as the features of their application in various fields.

**Keywords:** plate heat exchanger, design, efficiency, collapsible heat exchangers, brazed heat exchangers, welded heat exchangers, semi-welded heat exchangers, technical characteristics.

Теплообменники – это устройства, используемые в различных отраслях промышленности для теплообмена между двумя средами. Внутри широкого спектра теплообменников выделяется один из наиболее эффективных и многосторонних типов – пластинчатые теплообменники.

Пластинчатые теплообменники (далее по тексту – ПМ) состоят из параллельных плотно сжатых пластин с прорезями для прохождения теплоносителя для образования множество

каналов потоковых сред (для прохождения турбулентных потоков горячей и холодной воды). Поток теплоносителя чередует прохождение между каналами, обеспечивая эффективный теплообмен между двумя средами.

Такие теплообменники широко применяются в различных отраслях: используются в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также в промышленных процессах, системах охлаждения и горячего водоснабжения.

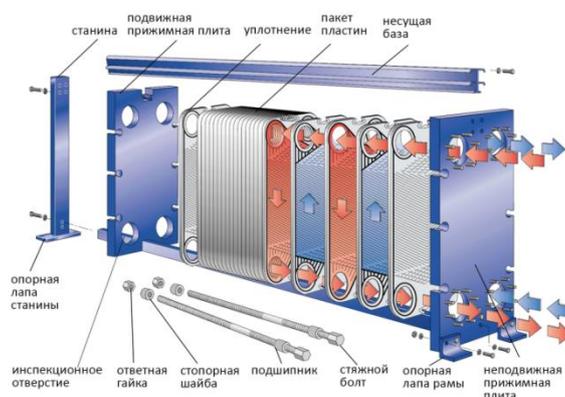


Рисунок 1. Пластинчатый теплообменник.

Основные элементы конструкции пластинчатого теплообменника включают:

1. Две плиты (фиксированная и прижимная) – это каркасы для установки пластин и их фиксацию внутри теплообменника;
2. Патрубки (входные и выходные) – эти элементы служат для подачи и отвода теплоносителей из теплообменника, обеспечивая связь с другими участками системы;
3. Набор герметично соединенных пластин, направляющих, резьбовых метизов – это основной рабочий блок теплообменника, через который происходит передача тепла между теплоносителями;
4. Уплотнительные прокладки между пластинами для обеспечения герметичности соединения и предотвращения протечек между разными потоками теплоносителей, созданные из различных материалов;
5. Подставка – для поддержания теплообменника в определенном положении в системе и обеспечения его стабильной работы, закрепленная на опорной лапе;
6. Инспекционное отверстие – это отверстие в корпусе или крышке теплообменника, предусмотренное для доступа к внутренней части устройства и проведения визуального осмотра, обслуживания и технического обследования.

Преимущество ПМ заключается в большой поверхности теплообмена, обеспечиваемой многочисленными пластинами и их специальной структурой, то есть образуется высокий КПД (примерно 95%) при относительно компактных размерах установки. Также стоит отдельно отметить следующие преимущества:

1. Легкость в масштабируемости для соответствия требуемому тепловому потоку, а также легкость в добавлении дополнительных пластин или изменению конфигурации;
2. Возможность разбора (съёмные конструкции), что облегчает обслуживание и чистку, а также замену поврежденных или изношенных пластин;
3. Компактные размеры, облегчающие установку систем в ограниченных пространствах и экономящие ценное место.

Но поскольку пластины имеют малую толщину, они подвержены воздействию блуждающих токов, что может привести к появлению дырок в них, поэтому для обеспечения безопасности часто требуется заземление, чтобы предотвратить возможные повреждения.

Так, при проектировании теплообменного аппарата одной из ключевых задач является поиск оптимальной конструкции, которая обеспечит наилучшую эффективность теплообмена при минимальных затратах на материалы и энергию.

В зависимости от конструкции, теплообменники могут быть различных типов: разборные, паяные, сварные и полусварные.

ПТ разборные представляют собой конструкцию, где основную функцию теплопередачи выполняет пакет пластин. Внутри такого теплообменника среды не смешиваются благодаря чередованию пластин с плотными резиновыми прокладками, формирующими два контура движения. Особенность разборного типа ПТ – это возможность как собираться, так и разбираться во время проведения регулярного обслуживания, промывки или ремонта, то есть когда возникает необходимость в чистке или замене пластин, агрегат может быть легко разобран на составные части, предоставляя доступ к каждой пластине.

Паяные теплообменники хоть и содержат в своей основе пакет пластин, имеют существенное отличие от разборных – это то, что они спаяны между собой, что делает невозможной сборку или разборку пакета. Пайка производится с использованием никеля или меди, что определяет два основных вида таких теплообменников: никельпаяные (для работы с агрессивными средами) и меднопаяные. Паяные теплообменники наиболее распространены в бытовом сегменте благодаря своей низкой стоимости и простоте, чаще всего они применяются в системах отопления частных домов.

Полусварные теплообменники представляют собой агрегаты, в которых пакет пластин сделан комбинированным способом: пластины свариваются попарно между собой, а затем с внешней стороны прикрепляются уплотнения, после чего прикрепляется следующий сваренный мини-пакет, что дает возможность использовать полусварные теплообменники с агрессивными средами или в охлаждении, так как сварка пластин исключает возможность утечки фреона в охлаждающем контуре.

Сварные теплообменники представляют собой устройства, в которых пластины сварены между собой без использования уплотнителей. Они применяются в технических процессах с высокими температурами, давлением и агрессивными средами, так как отсутствие резиновых уплотнителей и сварной метод сцепления исключают возможность протечки и смешения сред, но имеющие весомый недостаток – это высокая стоимость и большие габариты.

Каждый из типов конструкции пластинчатых теплообменников имеют свои уникальные технические характеристики, которые определяют их функциональность, надежность и область применения.

Пластинчатые теплообменники представляют собой эффективные и универсальные устройства для передачи тепла в различных промышленных и бытовых приложениях. Выбор конкретного типа теплообменника зависит от требований к техническим характеристикам и должен осуществляться с учетом всех этих факторов для обеспечения оптимальной производительности и надежности системы теплообмена.

\*\*\*

1. Калафати, Д.Д. Оптимизация теплообменников по эффективности теплообмена / Д.Д. Калафати, В.В. Попалов. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 152 с.
2. Коваленко Л.М. Пластинчатые теплообменные аппараты/ Л.М. коваленко. - М.: Издательский центр «Академия», 1986. - 40 с.
3. Пластинчатые теплообменные аппараты: Каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1983.
4. Справочник по теплообменникам : в 2 т. / пер. с англ. под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – Т. 1. – 560 с.

**Юрцев А.Н.**

**Перспективы внедрения технологии биометрической идентификации**

*Волгоградский государственный университет  
(Россия, Волгоград)*

**Аннотация**

Статья посвящена исследованию подлинности заявленного пользователем имени с использованием биометрического образа и преобразования его в соответствии с протоколом аутентификации. В тексте рассматриваются особенности и перспективы статистических и динамических методов биометрической аутентификации, параметры для тестирования биометрических технологий, а также возможности развития комбинированных и многофакторных систем биометрической идентификации.

**Ключевые слова:** статистический метод, динамический метод, точность, моделирование движения человека, комбинированная систем аутентификации, многофакторные системы.

**Abstract**

The article is devoted to the study of the authenticity of the name declared by the user using a biometric image and converting it in accordance with the authentication protocol. The text discusses the features and prospects of statistical and dynamic methods of biometric authentication, parameters for testing biometric technologies, as well as the possibilities for the development of combined and multifactor biometric identification systems.

**Keywords:** statistical method, dynamic method, accuracy, modeling of human movement, combined authentication systems, multi-factor systems.

Биометрическая аутентификация еще недавно была только в фантастических фильмах, а сегодня она прочно вошла в нашу жизнь – мы разблокируем телефоны отпечатком пальца, сканированием лица или даже своим взглядом, на многих предприятиях обустроены электронные проходные.

Еще недавно доступ по биометрическим данным являлся одной из главных тенденций рынка систем безопасности и считалось, что биометрическая аутентификация обеспечит максимальную защиту идентификации.

Биометрическая аутентификация - это процесс доказательства и проверки подлинности заявленного пользователем имени, через предъявление пользователем своего биометрического образа и путём преобразования этого образа в соответствии с заранее определённым протоколом аутентификации».

Данный способ аутентификации основан на том, что каждый человек уникален и обладает неповторимым набором параметров тела – отпечатки пальцев, глаза, голос, лицо, манера поведения, рисунок вен и даже такое субъективное понятие как темперамент, все может быть использовано в технологии аутентификации [1].

Современная биометрическая аутентификация основывается на двух методах: статический метод - распознает физические параметры человека, которыми он обладает на протяжении всей жизни: динамический метод - распознает характерный черты, особенности поведения пользователя, которые проявляются в момент выполнения какого-либо обычного его действия.

В настоящее время наиболее доступными являются статические методы. В настоящее время несанкционированный доступ совершенствуется, как и любая мера безопасности, биометрическая аутентификация может быть уязвима для атак.

Возможна биометрическая подделка, т.е. злоумышленник предъявляет фальшивую биометрическую черту. Изготовлен биометрическая фальшивка может быть различными способами с использованием печатного или цифрового изображения, силиконового слепка или даже 3D-печати модели. Эксперименты показали - для того, что бы изготовить качественную копию черепа человека, необходимы множество фотографий с разного ракурса, но благодаря социальным сетям можно получить много подобного рода материала.

Если отпечатки пальцев слили в открытый доступ, то это пожизненная уязвимость для пользователя. В отличие от пароля, свои биометрические характеристики практически невозможно заменить [2].

Параметрами при тестировании биометрических технологий являются точность (несколько видов), процент ложной тревоги и процент пропуска события.

Точность – показатель сходства двух биометрических образцов, эта величина принимает значения от 0 до 1. Точность определяется вычислением расстояния между векторами биометрических образцов (векторные вычисления). Минцифры разработало нормативы точности и описывает две методики верификации. Первая предполагает сопоставление актуального фото гражданина с предварительно загруженным цифровым слепком. Вторая – это сверка оттиска со всем объемом данных, хранящихся в базе.

Процент ложной тревоги – рассчитывается по 2 критериям. Первый критерий – это процент нормальных сообщений, которые ошибочно приняты за спам в общем потоке нормальной почты. Вторым – это доля пропущенного спама в общем потоке спама. Процент пропусков – это отношение количества пропущенного спама к объему всего спама. Нормой является оптимизированный под поисковые запросы текст с 30-60% уровнем заспамленности. В динамических системах аутентификации в качестве входных данных может использоваться клавиатурный или рукописный почерк. Входными параметрами являются мышцы человека, при помощи которых он выполняет эталонные действия.

Смоделировать движение человека непростой процесс, так например при наборе текста одной рукой работает около 50 мышц пальцев, кисти и предплечья, но более заметна работа 10 основных мышц. Поэтому задача воспроизведения рукописного подчёрка является десятимерной. Если человек печатает двумя руками, то задействовано 140 мышц, из них 28 основных – задача является двадцати восьми мерной. О действиях человека во время набора текста собирается полная информация, затем выделяют ряд основных признаков, которые будут являться эталонными характеристиками пользователя.

Основные признаки, используемые в полученной модели – время удержания клавиш и время между нажатиями клавиш (динамика ввода), количество нажатий клавиш за единицу времени (скорость ввода) и частота ошибок ввода. Большое будущее у мультимодальных биометрических систем, в которых сочетаются несколько биометрических технологий, такие как распознавание отпечатков пальцев, черт лица, голоса и т.д., которые отличаются высокой эффективностью обнаружения несанкционированного доступа к большому количеству онлайн- и офлайн-приложений.

На первом этапе мультимодальной аутентификации получают результаты из отдельных составляющих, потом проводят нормализацию полученных результатов и на третьем этапе осуществляют процедуру слияния нормализованных составляющих. В результате получается результат, который имеет такой же вид, как если бы производилась мономодальная аутентификация, но в нем содержится информация от всех составляющих частей данной модели.

На первом этапе все действия могут производиться одновременно – например, одновременно можно выполнить оттиск пальца и отсканировать радужную оболочку глаза. Вторым и третьим этапом выполняются без участия пользователя, внутри общей системы. При слиянии происходит суммирование результатов работы мономодальных методов аутентификации, которые представляют собой числа, рассматриваемые при нормировке в шкалу  $[0, 1]$  как вероятность того, что пользователь имеет к ним доступ. Поэтому необходимо стандартизировать их перед объединением. Причем, биометрические системы могут быть объединены параллельно, последовательно или согласно иерархии. Получается, что комбинированные системы биометрической аутентификации значительно эффективнее мономодальных решений.

Помимо комбинированных систем аутентификации существуют многофакторные системы. Многофакторная аутентификация (МА) – это метод электронной аутентификации, при котором пользователю предоставляется доступ только после успешного представления двух

или более доказательств (или факторов) механизму аутентификации. То есть, в системах где применяется МА вместе с биометрическими данными пользователь использует одни из статистических методов, например, пароль или электронный ключ. И именно многофакторная аутентификация минимизирует риски, связанные с человеческим фактором, неправильными паролями и потерянными устройствами [3-4]. Следует отметить, что биометрические данные могут претерпевать изменения в течение жизни человека (голос, овал лица), поэтому сбор этих данных необходимо проводить с определенным периодом [5].

На текущий момент в России использование биометрических данных регулируется Статьей 11 Федерального закона «О персональных данных» № 152-ФЗ от 27.07.2006 г, статьей 14 Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ. В декабре 2022 г. Госдума приняла закон № 572-ФЗ «Об осуществлении идентификации и (или) аутентификации физических лиц с использованием биометрических персональных данных, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации». Многие его положения вступили в силу 1 июня 2023 года, поэтому активно о биометрии заговорили только полгода назад.

С 2018 года в нашей стране создана Единая биометрическая система (ЕБС). ЕБС –это государственная база биометрических данных, появилась по инициативе Минцифры и Центрального Банка России. Первоначально оператором выступал Ростелеком, однако в декабре 2021 года создана специальная организация – АО «Центр биометрических технологий».

Наиболее применяемым методом биометрическая является у банковского сектора. Участие Банка России и выбор банковского сектора для продвижения биометрии является закономерным. Банковскими услугами пользуются все слои населения и предполагается, что охват клиентской аудитории с годами будет только увеличиваться. Так же целесообразно биометрическую аутентификацию максимально использовать при предоставлении государственных услуг органами власти, налоговыми органами и МФЦ.

\*\*\*

1. Таранков, О. И. Проблема безопасности при использовании биометрических данных граждан / О. И. Таранков, Т. С. Порошкина // Союз криминалистов и криминологов. – 2020. – № 4. – С. 159-164.
2. Конев, Д. А. Цифровые технологии и биометрические данные: постановка проблемы / Д. А. Конев // Пробелы в российском законодательстве. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 290-295.
3. Дегтярев, Д. И. Безопасная компиляция и архитектуры защищенных модулей / Д. И. Дегтярев, О. А. Какорина // Безопасность информационных систем и технологий в условиях цифровой экономики : Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Волгоград, 27–28 октября 2021 года / Редколлегия: О.А. Какорина, Ю.С. Бахрачева, Т.А. Попова. – Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2021. – С. 23-26.
4. Моделирование угроз безопасности информации для государственной информационной (автоматизированной) системы / С. П. Сазонов, Н. И. Федонюк, О. А. Какорина [и др.] // Защита информации. Инсайд. – 2023. – № 3(111). – С. 15-19.
5. Карцан, И. Н. Биометрические данные: новые возможности и риски / И. Н. Карцан // Современные инновации, системы и технологии. – 2023. – Т. 3, № 3. – С. 201-211. – DOI 10.47813/2782-2818-2023-3-3-0201-0211.











**LJournal**

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
№108, Апрель 2024**

Часть 10

Подписано в печать 25.04.2024. Тираж 400 экз.  
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.10,59  
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович