

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации



**Уральский  
федеральный  
университет**

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

**Нижнетагильский  
технологический  
институт (филиал)**

# МОЛОДЕЖЬ И НАУКА

*В двух томах*

## ТОМ 1

Материалы XX международной научно-практической конференции  
старшеклассников, студентов и аспирантов 24 мая 2024 года

Нижний Тагил  
2024

УДК 378  
ББК Ч21  
М73

Ответственные редакторы:

*Миронова М. В.*, канд. техн. наук;  
*Андреева Т. Н.*, ст. преподаватель кафедры ОМ

М73 **Молодежь и наука** : материалы XX международной научно-практической конференции старшекласников, студентов и аспирантов (24 мая 2024 г., г. Нижний Тагил) : в 2 т. Т. 1 ; Мин-во науки и высш. образования РФ, ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2024. – 265 с.

ISBN 978-5-9544-0153-0 (*т. 1*).

ISBN 978-5-9544-0152-3.

Сборник составлен по материалам XX Международной научно-практической конференции старшекласников, студентов и аспирантов «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА», состоявшейся 24 мая 2024 года. Тематика докладов охватывает актуальные вопросы, стоящие перед современными исследователями, в области машиностроения, металлургии, мехатроники и робототехники.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, магистрантов, студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

УДК 378

ББК Ч21

*Сборник составлен на основе материалов,  
предоставленных участниками конференции.*

ISBN 978-5-9544-0153-0 (*т. 1*)

ISBN 978-5-9544-0152-3

© НТИ (филиал) УрФУ, 2024

© Авторы статей, 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### **МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА.....10**

<i>Блохин Д. А., Михайлов И. С.</i> ВИБРОДЕМПФЕР ДЛЯ КООРДИНАТНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА .....	10
Губина М. А., Пегашкин В. Ф. МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПРОКАТНОГО ВАЛКА .....	13
<i>Игнатова Н. Ю.</i> ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ДЕЛА .....	16
<i>Ильченко И. А., Пегашкин В. Ф.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КОРРЕКТИРОВКА ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПРОИЗВОДСТВА .....	20
<i>Кумов Д. В., Ретин С. В.</i> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ АМОРТИЗАТОРОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ .....	23
<i>Мурзин П. А., Ильченко И. А., Пегашкин В. Ф.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАРНИРНЫХ ПОДВИЖНЫХ НОСИЛОК .....	26
<i>Мурзин П. А., Ильченко И. А.</i> РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УБОРКИ «ХВОСТОВ» КОКСА».....	30
<i>Осипенкова Г. А., Пегашкин В. Ф., Малыгина Н. П., Кукина Н. Ю.</i> ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ГЛУБИНУ УПРОЧНЕНИЯ .....	34
<i>Осипенкова Г. А., Пегашкин В. Ф.</i> НАКОПЛЕННАЯ ВЕЛИЧИНА УПРОЧНЕНИЯ ПРИ МНОГОКРАТНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ .....	37
<i>Пегашкина Е. В.</i> ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА .....	40
<i>Сорока Н. В.</i> О СТЕНДЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ ОПОРНО-ПОВОРОТНЫХ УСТРОЙСТВ.....	43
<i>Черемных О. Я., Пегашкин В. Ф.</i> РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА ПРИ ЗАПРАВКЕ БАКОВ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	46

### **МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ..... 49**

<i>Антонов Н. А., Пыхтеева К. Б.</i> ВДУВАНИЕ В ДОМЕННУЮ ПЕЧЬ ЗАРАНЕЕ НАГРЕТОГО ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ВМЕСТЕ С ДИСПЕРСНЫМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМ СЫРЬЕМ .....	50
<i>Борисов С. В., Пионткевич М. В., Воробьев Д. А., Замараев Е. А., Карташов И. А., Картунов М. А.</i> РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ФАСОННО-ЛИТЕЙНОМ ЦЕХЕ ЕВРАЗ НТМК .....	53

<i>Внуков И. А.</i> ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КАЛИБРУЮЩЕГО ПОЯСКА ДЛЯ ПОЛОСОБУЛЬБОВОГО ПРОФИЛЯ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА .....	56
<i>Воробьев К. В., Шевченко О. И., Метелкин А. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОСФОРАЦИИ МЕТАЛЛА В КОНВЕРТОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОКИСЛЕННОСТИ ШЛАКА .....	59
<i>Гараджаева Ю. А., Корчагина Е. Н.</i> РАЦИОНАЛЬНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ.....	64
<i>Горбунова Д. С.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОЙ ОТЛИВКИ ЛИТЬЕМ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ .....	66
<i>Давлетбаева Т. Н., Вавилов Е. А., Шевченко О. И.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА ДЛЯ ОТЛИВОК ДЕТАЛЕЙ ДРОБЕМЕТНЫХ УСТАНОВОК.....	70
<i>Дидух А. Н., Шевченко О. И., Петухова И. Н.</i> ПРИЧИНЫ НИЗКОЙ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ НА ДЕТАЛЯХ ИЗ СТАЛИ 20ГЛ ПОСЛЕ НОРМАЛИЗАЦИИ .....	73
<i>Карауш А. А., Мураев Э. В., Казаков С. В., Грузман В. М.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПЕСКА В СЕРИЙНОМ ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....	76
<i>Котюков Т. Д., Пыхтеева К. Б., Половец М. В.</i> ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ГОРЯЧУЮ ПРОЧНОСТЬ И ВОССТАНОВИМОСТЬ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ .....	78
<i>Лапинский А. А., Метелкин А. А., Шевченко О. И.</i> ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ФУТЕРОВКИ КОНВЕРТЕРОВ .....	81
<i>Марьянова О. А., Фирстов А. П., Шевченко О. И.</i> КРАТКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОСОБЕННОСТИ СВЯЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА С ВОЗМОЖНОЙ ЕГО МОДИФИКАЦИЕЙ.....	84
<i>Минин С. И., Гилева Л. Ю., Половец М. В.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ГИБКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА.....	88
<i>Ольховик Н. А., Соколов К. Е., Лапина А. Ю.</i> ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РЕДУЦИРОВАНИИ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГРП ЕВРАЗ НТМК.....	92
<i>Пантюхин А. Д., Седых В. А., Стариков И. О., Хлопунов И. Д., Пыхтеева К. Б.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ НТМК».....	96
<i>Половец М. В., Котюков Т. Д., Сидоров Е. А.</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РУДНОУГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛОПРОДУКТА И ПЫЛИ ОТ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ВАНАДИЕВОГО ЧУГУНА .....	99
<i>Розенбах И. О., Шевченко О. И.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС КБЦ АО «ЕВРАЗ НТМК» .....	102



**СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ..... 104**

*Зотов Б. О., Федоренко Л. В., Егоров В. Ю., Чернышихин С. В.*  
СИНТЕЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ AlMg4Sc МЕТОДОМ  
СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ ..... 105

*Трекин Г. Е., Сафонов Е. Н.*  
СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ  
ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ СКЕНИРУЮЩЕЙ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГОЙ ..... 108

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПОЛИМЕРЫ, КОМПОЗИТЫ,**

**КЕРАМИКА..... 112**

*Кузьменко Е. Д.*  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА КЕРАМИКИ  
НА ОСНОВЕ КАРБОНИТРИДА ЦИРКОНИЯ ..... 113

*Прохорова Н. А.*  
АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА  
НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ДРЕВЕСНОГО ЭФИРА ..... 116

*Сутурин Д. И., Диденко А. Ф.*  
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА ..... 119

*Шекеро М. А., Павлова И. А.*  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ШАМОТНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ЧАШ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ ..... 122

**СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА..... 125**

*Алтухова В. Ю., Карандашева М. К.*  
СОВРЕМЕННАЯ РЕНОВАЦИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН  
НА ПРИМЕРЕ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ ..... 126

*Артюгина М. Д., Береснева Д. Р., Слепынина Т. Н.*  
ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ГОРОДА НИЖНИЙ ТАГИЛ ..... 130

*Артюгина М. Д., Дубинина В. Г., Лунькова Л. Ю.*  
ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ..... 135

*Барышников Н. М., Дубинина В. Г., Полежаева А. В.*  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ 139

*Барышников Н. М., Слепынина Т. Н.*  
АРХИТЕКТУРА СТОЛИЧНЫХ ГОСТИНИЦ РОССИИ ..... 143

*Безбородова Д. А., Карандашева М. К.*  
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ОСЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ «ПАРАБОЛА»  
Н. А. ЛАДОВСКОГО ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ И АГЛОМЕРАЦИЙ ..... 149

*Береснева Д. Р., Дубинина В. Г., Полежаева А. В.*  
ЛЕГКИЕ СТАЛЬНЫЕ ТОНКОСТЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.  
БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ..... 152

<i>Кузьмич В. А., Кологривко А. А.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ IV КАЛИЙНОГО ГОРИЗОНТА ЦЕНТРАЛЬНОГО БЛОКА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	156
<i>Рыболовлева А. В., Фёдоров В. С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБМЕРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ	159
<i>Собко К. А., Стрелец К. И.</i> МЕТОДИКА УЧЕТА КОГНИТИВНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ	162
<i>Старцева С. С., Путина Ю. А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВИНТОВЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	165
<i>Толочко И. В., Бережной Р. С., Коробков С. В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРЕВА МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ELCUT	168
<i>Туркатова Е. С., Тилинин Ю. И.</i> ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА	171
<i>Цветков Е. А., Стрелец К. И.</i> ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ОБЛЕГЧЕННОГО ПРОФИЛЯ	174
<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ</b>	<b>178</b>
<i>Брюханова К. М., Путилова Е. А.</i> ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ	179
<i>Бушуев А. О., Кузнецов Д. Е.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	182
<i>Демаков Д. М., Маслова К. С., Путилова Е. А.</i> МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ САЙТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЫГОДЫ	185
<i>Докучаев С. В.</i> НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (ОПК) УРАЛА В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ (СВО)	188
<i>Захарова Д. М., Долженкова Е. В.</i> К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ КАК ОСНОВНОГО ФАКТОРА РОСТА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ СТРАНЫ	192
<i>Кизилев Г. Е., Генеральский А. Е., Путилова Е. А.</i> ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ВИМ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ	196
<i>Мохов М. С., Долженкова Е. В.</i> К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК	199
<i>Озерова А. А., Долженкова Е. В.</i> ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ	

ЗАТРАТАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	202
<i>Пакин А. Д., Жданов И. В.</i>	
ВЛИЯНИЕ ОБЩЕНИЯ НА СТАНОВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТИ.....	205
<i>Токмянина А. Д., Долженкова Е. В.</i>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	208
<i>Хильченко Л. В., Долженкова Е. В.</i>	
К ВОПРОСУ О ФИНАНСОВОМ МОШЕННИЧЕСТВЕ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ....	212

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ..... 215**

<i>Аратин Д. В., Буйная Е. В.</i>	
ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ В ОТДЕЛЕ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ TOGAF .....	216
<i>Баталин Д. А., Шабалин Е. К., Путилова Е. А.</i>	
ПРОБЛЕМА АГРЕССИИ В ВИДЕОИГРАХ .....	219
<i>Бобровский А. А.</i>	
ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ.....	222
<i>Бодров К. О., Орлов Н. А., Пепельшев Д. И.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ...	226
<i>Бузаев В. Э., Хадидулин Д. М., Путилова Е. А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ТВОРЧЕСТВО .....	229
<i>Волошенко К. А., Путилова Е. А.</i>	
КИБЕРСПОРТ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ .....	232
<i>Дмитриев В. А., Путилова Е. А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ .....	235
<i>Игнатова Н. Ю., Дуньков А. И., Рязанов Д. А.</i>	
ПРОБЛЕМЫ РИСКОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	238
<i>Качилов С. Е., Путилова Е. А.</i>	
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VR И AR-ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ .....	241
<i>Клевцова А. С., Замота Т. Г.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ .....	244
<i>Пепельшев Д. И., Воробьев Д. А.</i>	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОЛЕЙБОЛЬНОГО МЯЧА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....	247
<i>Селиванов А. С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В МОДЕЛИ ДИКЕ С ПОМОЩЬЮ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГОЛЬШТЕЙНА-ПРИМАКОВА .....	250
<i>Сидоров Д. О., Сидоров О. Ю.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «УМНОГО ТЕРМОСТАТА» .....	253

<i>Шелковников Д. В., Буйная Е. В.</i> ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	256
<i>Яковлев А. Ю.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ .....	259
<b>МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ .....</b>	<b>261</b>
<i>Сидоров Д. О., Сидоров О. Ю.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ «УМНОГО ТЕРМОСТАТА» .....	262

**МАШИНОСТРОЕНИЕ  
И  
МЕТАЛЛООБРАБОТКА**

## ВИБРОДЕМПФЕР ДЛЯ КООРДИНАТНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА

Блохин Дмитрий Андреевич, старший преподаватель  
Михайлов Игорь Сергеевич, студент  
E-mail: [blohin.da@mail.ru](mailto:blohin.da@mail.ru)

Омский государственный технический университет  
г. Омск, РФ

**Аннотация.** Развитие систем виброзащиты в машиностроении является важным направлением исследований. Фрезерование характеризуется сложными колебательными процессами, зависящими от множества внешних факторов, таких как материал обрабатываемой заготовки, режимы резания и износ инструмента. Для обеспечения высокого качества поверхностного слоя необходим постоянный мониторинг состояния процесса обработки. В работе подчеркивается важность разработки и применения технических решений в области виброзащиты для интенсификации процессов механической обработки, а также методов их контроля. В статье описывается методика повышения виброустойчивости черновой фрезерной обработки с использованием тонких пластин, закрепленных на подвижной части привода. Этот подход позволяет станку сохранять виброустойчивость движения даже при значительном износе направляющих, обеспечивая при этом достаточную жесткость. Приложение силы к пластинам осуществляется различными способами, такими как магниты или электромагниты, увеличивая виброустойчивость станка. Измерения параметров колебаний производились встроенным измерительным датчиком станка. Данный подход позволил снизить вибрации на черновом фрезеровании до двух раз. В статье рассматриваются ограничения подобных конструкций, включая возможное увеличение энергопотребления, износ элементов и потребность в обслуживании. Измерения на станке показали значительное снижение амплитуды колебаний привода, что свидетельствует о потенциале данного подхода для повышения производительности фрезерования.

**Ключевые слова.** Виброустойчивость перемещений, фрезерные станки, жесткость, динамика привода.

Разработка технических систем вибро- и шумозащиты является перспективным направлением исследований в машиностроении [1]. Для фрезерования характерно наличие различных колебательных процессов. Данные процессы нелинейны и сложны для восприятия, поскольку на них оказывает влияние огромный спектр внешних факторов, таких как материал обрабатываемой заготовки, режимы резания, жесткость оборудования, оснастки, инструмента, а также преждевременный износ узлов станка [2].

Для повышения надежности формирования качественного поверхностного слоя необходим постоянный мониторинг состояния инструмента в процессе обработки. Для этих целей можно использовать виброгасители [3], а также контролировать активную мощность привода при черновых режимах обработки и сигналы вибраций при чистовых.

Существует несколько подходов, позволяющих повысить виброустойчивость перемещений, применимых для черновой фрезерной обработки [4]. В данной статье представлен метод, использующий тонкие пластины, закрепленные на подвижной части привода (рис. 2). Небольшая толщина пластин позволяет станку перемещаться без заклинивания даже при значительном износе направляющих, обеспечивая при этом достаточную жесткость в осевом направлении. Создаваемое усилие также способно поддерживать постоянное прижатие элементов качения к одной из сторон винтовых дорожек качения (рис. 1).

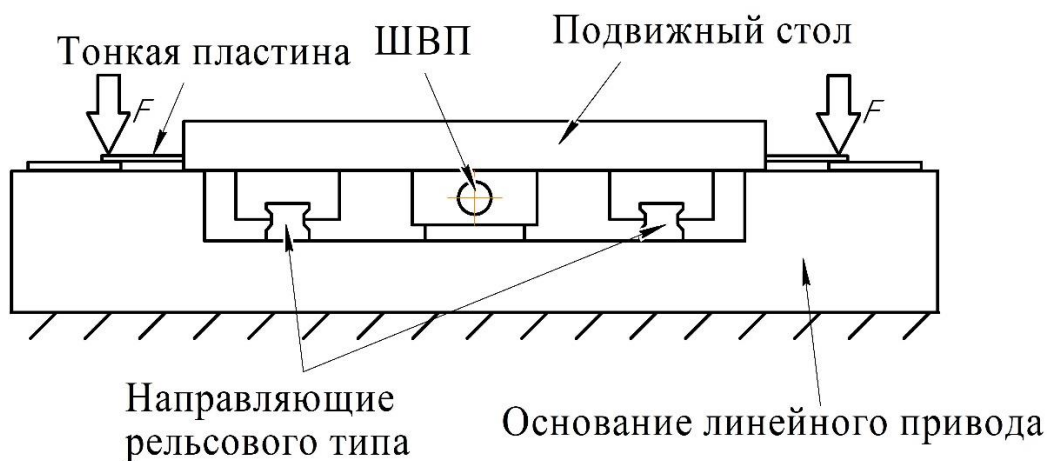


Рис. 1. Привод в поперечном разрезе

Приложение силы, прижимающей тонкие пластины к неподвижному основанию линейного привода, может происходить с помощью постоянного магнита, управляемого электромагнита, гидравлики, механически или иным способом. При этом создается дополнительное сопротивление перемещению, в том числе и вибрационному, увеличивается виброустойчивость станка [5].

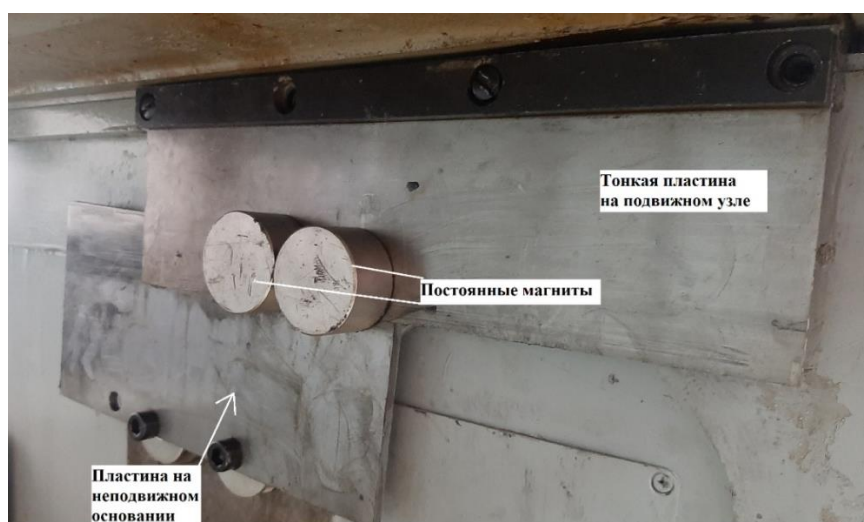


Рис. 2. Внешний вид вибродемпфирующего устройства с постоянными магнитами

Возможны различные модернизации предложенного технического решения. Добавление дополнительных гидравлических линий усложняет конструкцию внутренней части привода, особенно у многокоординатных машин, и может вызвать проблемы с быстродействием при снятии нагрузки. Использование электромагнита для приложения силы к тонкой пластине может быть оптимальным решением [5].

Применение автоматизированного механического прижима должно позволять адаптивное регулирование усилия через обратную связь. Расчетная модель для адаптивного контроля амплитуды вибрации или программного ускорения с последующим изменением тормозящего усилия в настоящее время не реализована и не является частью задач исследования. Однако разработка такой модели признается перспективной задачей.

При использовании подобных конструкций демпферов необходимо учитывать следующие их особенности: значительное трение, возникающее между пластинами, не позволит обеспечить высокую точность позиционирования и будет создавать дополнительную

нагрузку на электродвигатель привода, увеличивая энергопотребление, увеличится время и длина участков разгона, увеличится рассогласование приводов, а также износ элементов демпфера требует их регулярной замены или обслуживания. Тем не менее, конструкция эффективно снижает размах виброперемещений. Снижение амплитуды колебаний привода вплоть до двух раз измерено с помощью встроенного осциллографа в станке и показано на рис. 3.

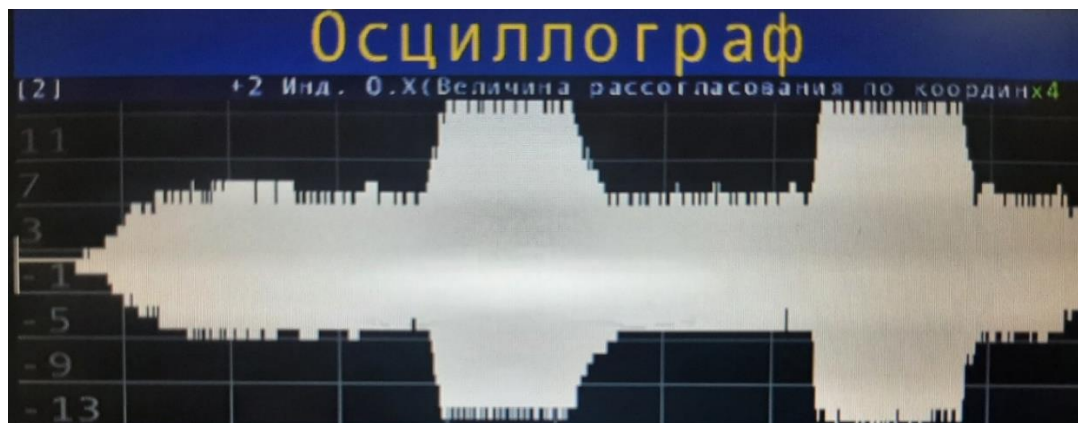


Рис. 3. Осциллограмма виброперемещений привода при включении и выключении демпфера

Развитие технических систем для снижения вибрации и шума в машиностроении является важным и перспективным направлением исследований. Сложность процессов фрезерования, подверженных воздействию множества внешних факторов, подчеркивает необходимость разработки эффективных методов защиты от вибрации.

Для повышения надежности формирования качественного поверхностного слоя важно осуществлять постоянный контроль состояния инструмента в процессе обработки, используя мониторинг активной мощности привода и сигналов вибраций.

Применение виброгасителей с тонкими пластинами позволяет повысить виброустойчивость перемещений при черновой фрезерной обработке, увеличивая виброустойчивость станка и обеспечивая постоянное прижатие элементов к одной из сторон винтовых дорожек качения. Использование электромагнита для приложения силы к тонким пластинам оптимально.

#### Библиографический список

1. Современные тенденции развития научных исследований по проблемам машиноведения и машиностроения / Н. А. Махутов, В. П. Петров, В. И. Куксова [и др.] // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2008. – № 3. – С. 16–37.
2. Медунецкий, В. М. Внедрение системы демпфирования для снижения вибрации фрезерной наладки / В. М. Медунецкий, А. С. Нитейский, А. В. Расщупкин // Омский научный вестник. – 2018. – № 1(157). – С. 5–9. – DOI 10.25206/1813-8225-2018-157-5-9.
3. Chengen Wang, Judith D. Brown, Aryan Singh, Keegan J. Moore, A two-dimensional nonlinear vibration absorber using elliptical impacts and sliding, *Mechanical Systems and Signal Processing*. – Volume 189. – 2023.
4. Munoa, J., Beudaert X., Dombovari Z., Altintas Y., Budak E., Brecher C., Stepan G., Chatter suppression techniques in metal cutting, *CIRP Annals*. – Volume 65. – Issue 2. – 2016. – 785–808.
5. Блохин, Д. А. Разработка метода определения погрешностей перемещений узлов фрезерных станков с числовым программным управлением с физической имитацией рабочей динамической нагрузки : специальность 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Блохин Дмитрий Андреевич. – Омск, 2024. – 161 с.



## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПРОКАТНОГО ВАЛКА

Губина Мария Александровна, студент  
Пегашкин Владимир Федорович, д-р. техн. наук  
E-mail: v.f.pegashkin@urfu.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил

**Аннотация.** С целью улучшения служебных свойств прокатных валков постоянно ищутся новые валковые материалы, характеризующиеся высокой твердостью и износостойкостью. Обрабатываемость их затруднена, что препятствует внедрению прокатных валков из таких материалов на станах. Поэтому острой проблемой в настоящее время является совершенствование технологии обработки валков. Определен технологический процесс обработки прокатных валков с использованием фрезоточения, проведено сравнение производительности каждой из технологий обработки и рекомендован наиболее перспективный. Установлено, что при обработке детали методом фрезоточения производительность может возрастать в 2,1–4,2 раза.

**Ключевые слова.** Обработка валков, фрезоточение, технология обработки.

Прокат металла – достаточно операция сложная, энергозатратная и требующая наличия специальных навыков и знаний от персонала. На валки в процессе прокатки действуют значительные силы. Поэтому прокатный валок – наиболее изнашивающаяся часть любого прокатного стана. В связи с ростом требований к качеству металлопроката повышаются требования к прокатным валькам, к производительности их обработки. Необходимо проанализировать типовые схемы обработки и найти альтернативные методы обработки, повышающие производительность. В качестве образца был выбран прокатный валок, форма которого приведена на рис. 5, в.

*Традиционная технология обработки (канавочный резец)*

Канавочный резец – это многофункциональный инструмент для обработки канавок на внутренних и наружных цилиндрических поверхностях. Применение такого резца позволяет ускорить процесс создания изделий со сложной геометрической формы. Схема предварительного формирования профиля ручья прокатного валка канавочным резцом с поперечной подачи показана на рис. 1, а. Резец поперечным врезанием осуществляет проточку канавок, которые в сумме образуют черновой ступенчатый профиль, который далее обрабатывается фасонным инструментом. При глубине профиля 65 мм резец производит полный ход для проточки одной канавки за 400–450 оборотов детали.

*Резец с круглой режущей пластиной*

Режущая способность резцов зависит, прежде всего, от материала режущей части. Однако эффективное использование режущих свойств современных инструментальных материалов возможно лишь при правильном выборе конструкции инструмента и качественном его изготовлении.

По конструкции резец является простым инструментом. Он представляет собой пластину твердого сплава, закрепленную на призматическом корпусе – державке. Форма пластины твердого сплава может быть различной. В промышленности хорошо находят применение резцы с круглыми пластинами. На рис. 1, б приведена схема обработки резцом с круглой пластиной.

Наиболее производительным способом обработки цилиндрических поверхностей является фрезерование [1, 2]. Рассмотрим возможность применения этих методов для формирования ручья прокатного валка.

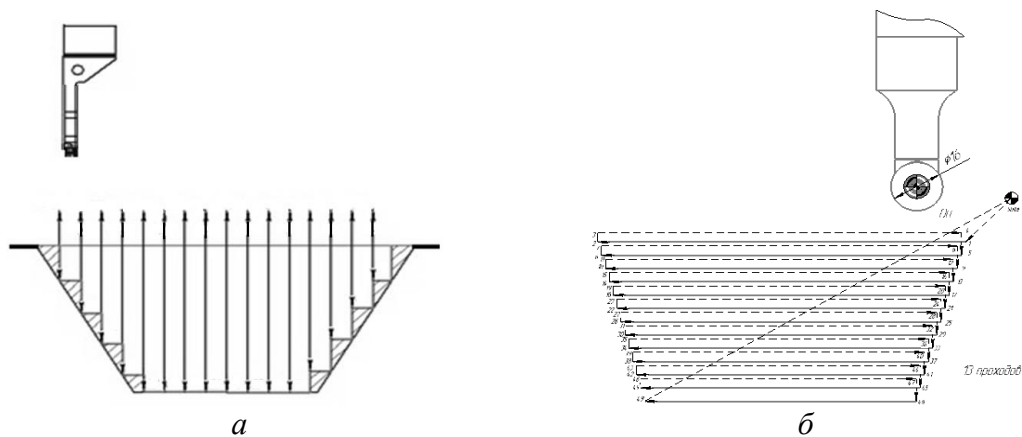


Рис. 1. Схема формирования ручья резцом:  
*а* – традиционный метод обработки канавочным резцом,  
*б* – обработка резцом с круглой пластиной

### Дисковая фреза

Дисковые фрезы применяются для многих видов типов работ, в т. ч. для прорезания пазов. По конструкции дисковые фрезы могут быть двух- и трехсторонними. На рис. 2, *а* приведена схема обработки дисковой фрезой.

Схема обработки похожа на обработку канавочным резцом – фреза с поперечной подачи прорезает канавки. Но канавка образуется за 15–20 оборотов детали.

### Концевая фреза

Концевые твердосплавные фрезы также применяются для обработки пазов, контурных уступов и выемок. На рис. 2, *б* приведена схема формирования ручья валка концевой фрезой. В отличие от дисковой фрезы для концевой фрезы возможные разные траектории перемещения. С поперечным врезанием – по аналогии с дисковой фрезой (рис. 3, *а*). С поперечным врезанием и продольным перемещением (рис. 3, *б*).

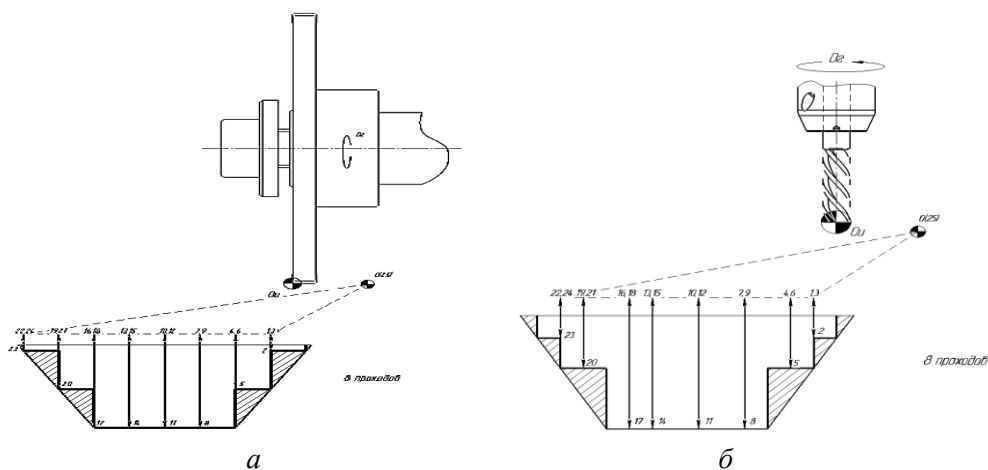


Рис. 2. Схема формирования ручья фрезой:  
*а* – дисковой, *б* – концевой

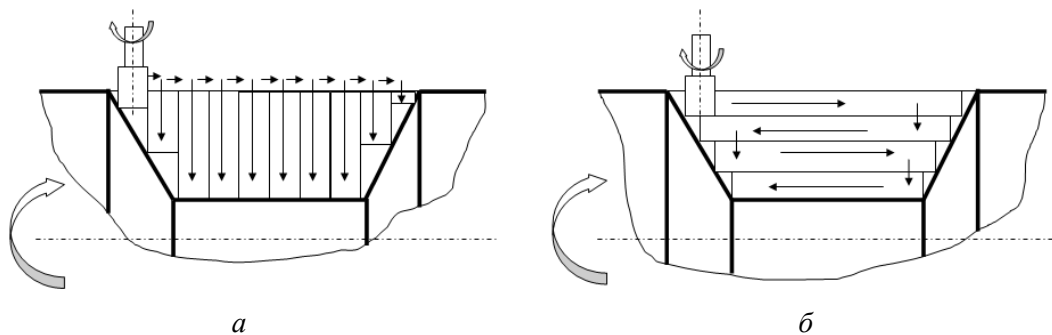


Рис. 3. Варианты траектории перемещения концевой фрезы при формировании ручья:  
*а* – поперечная, *б* – продольная

#### Фреза «кукуруза»

На режущей части концевой фрезы «кукуруза» по винтовой линии расположены режущие пластины. Благодаря такой конструкции минимизируются нагрузки во время фрезерования. Особенно удобно тем, что они оставляют ровный срез с эффектом шлифовки материала. Обработка фрезой «кукуруза» позволяет значительно сэкономить на последующей обработке. На рис. 4 приведена схема обработки фрезой «кукуруза».

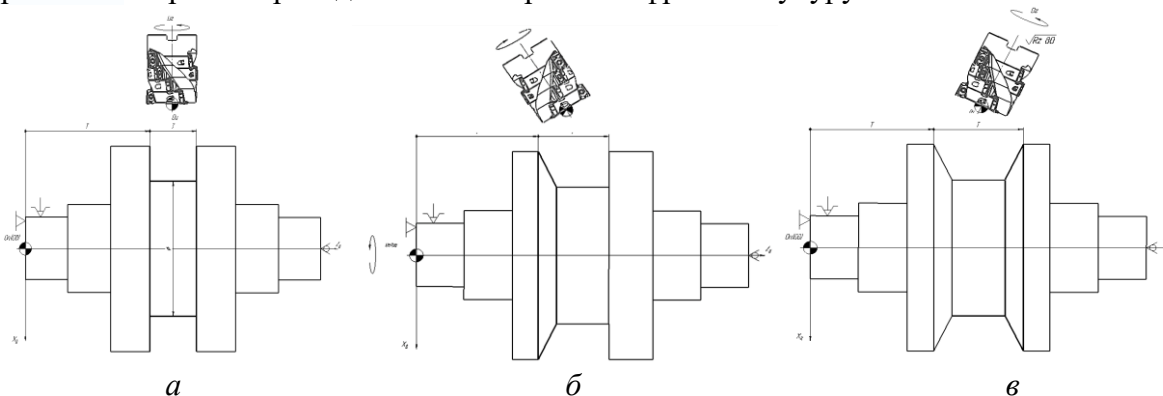


Рис. 4. Схема формирования ручья концевой фрезой «кукуруза»:  
 обработка частей профиля: *а* – средней; *б* – левой, *в* – правой

В таблице приведены сравнения времени обработки различными методами.

Таблица

Сравнения времени обработки различными методами

Вид обработки	Время обработки, мин
Канавочный резец	32,5
Резец с круглой пластинкой	28,8
Дисковая фреза	19,6
Концевая фреза	15,1
Фреза «Кукуруза»	7,5

#### Библиографический список

1. Гурьянов, К. А. Аналитическое исследование точности обработки деталей типа тело вращения методом фрезоточения / К. А. Гурьянов, А. Н. Селиванов // Вестник магистратуры, 2019. – № 10-2 (97). – С. 32–35.
2. Селиванов, А. Н. Анализ технологических возможностей фрезоточения / А. Н. Селиванов, Т. Г. Насад // Вестник саратовского государственного технического университета, 2020. – № 2 (85). – С. 66–71.

## ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ДЕЛА

Игнатова Нина Юрьевна, д-р филос. наук, доц.  
E-mail: n.iu.ignatova@urfe.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Эпистемологические предпосылки, лежащие в основе инженерной деятельности, освещены недостаточно. Цель статьи состоит в том, чтобы определить философские идеи, лежащие в основе инженерии. В статье вводится представление о разных эпистемологических позициях, которые фиксируются в инженерии в виде двух подходов: традиционного, связанного с именем У. Рэнкина, и использующего эмпирические методы исследования подхода У. Шухарта. Эти эпистемологические позиции вытекают из дискуссии о роли философии в инженерии и, по сути, идентифицируются как идентичные альтернативным подходам Платона и Аристотеля. Автор утверждает, что платонизм и аристотелизм играют важную роль в формировании фундаментальных идей инженерии. По мнению автора статьи, чрезмерное влияние платонизма на инженерное дело создало ряд проблем, в частности, излишний теоретизм и упование на надежность эталонных стандартных решений. Утверждается, что одно из основных объяснений очевидных преимуществ современной инженерии, в частности бережливого производства, связано с аристотелевской эмпирической эпистемологией, когда большую роль играют неявные опытные знания. Данная статья представляет собой обзор литературы по теме, при этом генерируются рамки дальнейших исследований.

**Ключевые слова.** Инженерное дело, эпистемология, неявные знания, платонизм, аристотелизм.

Методологические основания различных трактовок инженерного дела вытекают из традиционного подхода У. Рэнкина и основанного на эмпирических исследованиях и неявных знаниях подхода У. Шухарта [1].

Уильям Ранкин рассматривал инженерное дело как прикладную науку, опирающуюся преимущественно на теоретические знания и дедуктивные методы для выработки инженерных решений. Он пропагандировал использование физики для практических целей в инженерии. По его мнению, использование физических законов в качестве аксиоматических отправных точек позволяет с помощью дедукции точно предсказать поведение конструкции, следовательно, определить оптимальное решение. Рэнкин определял инженерную деятельность как научно-практический навык, который дает наибольший эффект при минимальных затратах материала и труда [8, 115]. При таком подходе практические знания инженера основываются на теоретическом суждении, делается упор на оптимальные решения и дедукцию в качестве первичной формы рассуждений.

Основатель противоположного подхода к инженерному делу Уолтер Шухарт считается автором идеи непрерывного контроля качества. Шухарт не особенно интересовался инженерным проектированием, поскольку рассматривал человеческие потребности как отправную точку массового производства. Поскольку Шухарта интересовало массовое производство, он не упоминал о важности теоретизирования при установлении способов получения продукта. Имеет смысл думать о действиях инженера в массовом производстве как о динамичном научном процессе приобретения знаний: спецификация, производство и контроль соответствуют выдвиганию гипотезы, проведению эксперимента и проверке гипотезы [1]. Основные идеи Шухарта сегодня широко используются: научный метод, ориентация на массовое производство, акцент на улучшение и использование экспериментов в качестве основной формы индуктивного вывода. Эта модель предполагает дополнение теоретических знаний эмпирическими наблюдениями для инженерных (дизайнерских) решений.

Мы исходим из того, что теоретически-центрированный подход У. Рэнкина и эмпирический подход У. Щухарта имеют свои философские основания в философии Платона и Аристотеля соответственно. Платонизм, также называемый рационализмом, и аристотелизм, часто сводимый к эмпиризму, в настоящее время воспринимаются как две альтернативные эпистемологические позиции. Для Рэнкина инженерия начинается с теоретического знания; очевидны и другие признаки платонизма. Для Щухарта инженерное дело невозможно без опытных разработок и эмпирических исследований.

Платон считал, что познание мира не может полагаться на восприятие, которое обеспечивает лишь ограниченный и наивный взгляд на природу. По сути, восприятие способно уловить только изменчивые, нестабильные и случайные вещи. Подлинное знание (*scientia*) определено идеей вещи. Согласно Платону, сущность реальности принадлежит не материальному миру, а миру идей. Постигаемая умозрительно форма каждого предмета выступает фундаментом надежного знания, поскольку она представляет собой филиацию идей (эйдосов). Научное знание может быть получено только дедуктивным путем из аксиом.

Аристотель был убежден, что научное знание основано на восприятии вещей. *Scientia* у Аристотеля, в частности, занимается обнаружением причин наблюдаемых феноменов. Познание движется от наблюдений конкретных случаев к поиску объяснений с помощью индукции. Но при этом важны аксиоматические допущения. Дедуктивный метод позволяет применить то же объяснение к другим конкретным случаям, чтобы сформулировать новые универсальные истины.

### **Эпистемологические идеи в инженерном деле**

Очевидно, что сфера инженерии находится под эпистемологическим влиянием либо Платона, либо Аристотеля. Инженеры, склонные к теоретизированию, утверждают, что теоретические знания или, в широком смысле мир идей, должны служить основой возможных действий. В свою очередь, склонные к опытным решениям инженеры утверждают, что за отправную точку следует брать эмпирические наблюдения, как и подразумевается в аристотелизме.

Платонизм доминировал в мировоззрении инженеров XX в. Он оказал серьезное влияние не только на инженерное дело, но и на инженерное образование. В этом случае физика Ньютона принимается в качестве методологической модели. Особенно влиятельной становится идея стабильности/равновесия/устойчивости абсолютных пространства и времени Ньютона. Делается акцент на мире идей, в проектировании используется дедукция из теоретических знаний. Инженер проектирует машины и конструкции, но реализация оставлена на усмотрение людей, обладающих практическими знаниями. К сожалению, это затмевает возможность и необходимость получения контекстных знаний, возможно, путем экспериментов или анализа сбоев. В целом отдельные лица и организации неохотно раскрывают и признают неудачи, отрицание и подавление преобладает над распознаванием, записью и сообщением.

Оптимальность решения была отличительной чертой традиционной инженерии. Идея оптимальности была дополнительно усилена подъемом современной экономики, а также развитием количественных методов. Однако эта идея сталкивается с двумя проблемами. Среда использования продуктов сильно различается, что делает определение оптимального решения трудным, а подчас невозможным. Другая трудность состоит в том, что оптимум существует только в мире идей, конкретное решение будет отклоняться от оптимума. Эти отклонения, если они достаточно велики, приводят к различным проблемам и сбоям, вызывая непредвиденные расходы.

В связи с этим в последнее время было много призывов добавить контекстные знания в инженерное образование, например, в виде группового проектирования или анализа конкретных инженерных решений. Преимущества приобретения знаний посредством экспериментов, испытаний и тестов в инженерии в последние десятилетия подчеркивались многими авторами (Питт). Эти разработки воплотились в смещении акцента с физических

моделей на компьютерные или имитационные. Однако влияние платонизма в инженерном деле остается предметом споров (Горохов, Питт, Крес).

Эмпиризм был основой движения за качество, когда оно зародилось в 1930-х годах. Широкое внедрение идей качества, например, в строительстве, связано с внедрением соответствующих стандартов Международной организации по стандартизации (ISO) 9000. В отличие от традиционного теоретизирования, современная инженерия и, в частности, организаторы бережливого производства ценят личный опыт и неявные знания. «Ситуационные знания» или «знание-как», было трудно обсуждать до появления в 1966 г. работы М. Полани «Личностное знание». К неявным знаниям Полани относил знания, которые не могут быть полностью систематизированы (способность ездить на велосипеде, завязывать узлы, бить молотком и т. п.). Мастерство инженера в этом случае предполагает виды знаний, которые не всегда известны в явной форме и/или не могут быть переданы другим. По словам Полани, эксперты всегда знают больше, чем могут сказать (Полани, 2015).

Существует феноменологический смысл неявного знания, который переключается не только с эпистемологией Аристотеля, но и с идеями М. Хайдеггера. У Хайдеггера формализованное научное знание не является фундаментальным, но опирается на неявное знание. Неявное знание не является частичным и ошибочным выражением точного и объективного научного знания. Напротив, необходимая основа и фундамент формального знания обеспечивается неявным знанием. Хайдеггер утверждал, что мы получаем доступ к миру только через использование, а познаем мир теоретически только после того, как поняли его на собственном опыте. В этом контексте неявное знание связано с пониманием артефакта. Например, «удобство» молотка обнаруживается во время удара, а не «теоретически» (Хайдеггер).

Примером аристотелевской эпистемологии, исходящим из предложенного Шухартом подхода, являются производственные системы *Toyota* или Евраз, что подразумевает четко сформулированную гипотезу, которая должна быть тщательно проверена. Элементы аристотелизма ясно видны также в бережливом производстве, основанном на трех видах инженерной деятельности: проектировании (производственной системе), контроле (производства) и работе над качеством.

#### Библиографический список

1. Горохов, В. Г. Эволюция инженерии: от простоты к сложности / В. Г. Горохов. – Москва : ИФРАН, 2015. – 199 с. – ISBN 978-5-9540-0288-1.
2. Тюлина, И. А. История и методология механики / И. А. Тюлина. – Москва : Изд-во МГУ, 1979. – 280 с.
3. Полани, М. Личностное знание / М. Полани. – Москва : RUGRAM, 2013 г. – 342 с. – ISBN 978-5-458-38533-6.
4. Хайдеггер, М. Бытие и время / Мартин Хайдеггер ; пер. В. В. Бибихина. – Москва : Ad Marginem, 1997. – 451 с. – ISBN 5-88059-021-6.
5. Vincenti, W. What engineers know and how they know it: analytical studies from aeronautical history. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1990. – 336 p. – ISBN 978-0-8018-4588-8.
6. De Vries M. Engineering science as a ‘discipline of the particular’? Types of generalization in engineering sciences. In Philosophy of engineering: An emerging agenda, (eds) I. van de Poel, D. E. Goldberg. New York: Springer, 2010. – P. 83–93. – ISBN 9789048128051.
7. Pitt, J. C. What engineers know. *Techné: Res. Philos. Technol.* 2001. – 5 (3): 116–123. <https://doi.org/10.5840/techne2001532>.
8. Seely, B. Patterns in the history of engineering education reform: a brief essay in Educating the engineer of 2020: adapting engineering education to the new century. Washington, National Academies Press, 2005, pp. 114–130.

9. Kroes P. (2002). Design methodology and the nature of technical artefacts. *Design Studies*, 23(3), 287–302. doi: 10.1016/S0142-694X(01)00039-4.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КОРРЕКТИРОВКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

Ильченко Иван Алексеевич, аспирант  
Пегашкин Владимир Федорович, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: v.f.pegashkin@urfu.ru

НТИ(филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Одной из составляющих конкурентоспособности изделия является его технологичность, которая закладывается на стадии разработки. При этом изделие, технологичное на одном предприятии, может оказаться совершенно не технологичным на другом, отличающемся от первого количественным и качественным составом оборудования и технологических процессов. Несмотря на большую значимость проблемы, отсутствует системный подход к сопоставлению разрабатываемой конструкции технологическим возможностям производства. Технологическая подготовка производства, а, по сути, модернизация предприятия, производится по факту, под уже разработанное изделие. Предлагается введение в научный оборот термина «технико-экономического профиля продукции» как комплексной оценки продукции на основе авторской классификации технологий, отличающейся от существующих использованием в качестве классификационных признаков не только способов, но и результатов воздействия на предметы труда, обеспечивающих требуемые характеристики продукции. Разработана форма для построения технико-экономического профиля продукции.

**Ключевые слова.** Конструкторско-технологическая подготовка производства, оптимизация процесса.

Для осуществления сравнительного анализа профилей производства и изделия с последующей выработкой рекомендаций по сопряжению профилей, необходимо использовать методику, представленную в источниках [1, 2].

Для построения технико-экономического профиля изделия выбран опытный образец изделия «Вал», предназначенный в качестве предмета поставки в рамках модернизации ранее изготовленного образца машины. Изделие состоит из трех компонентов (рис. 1, а).

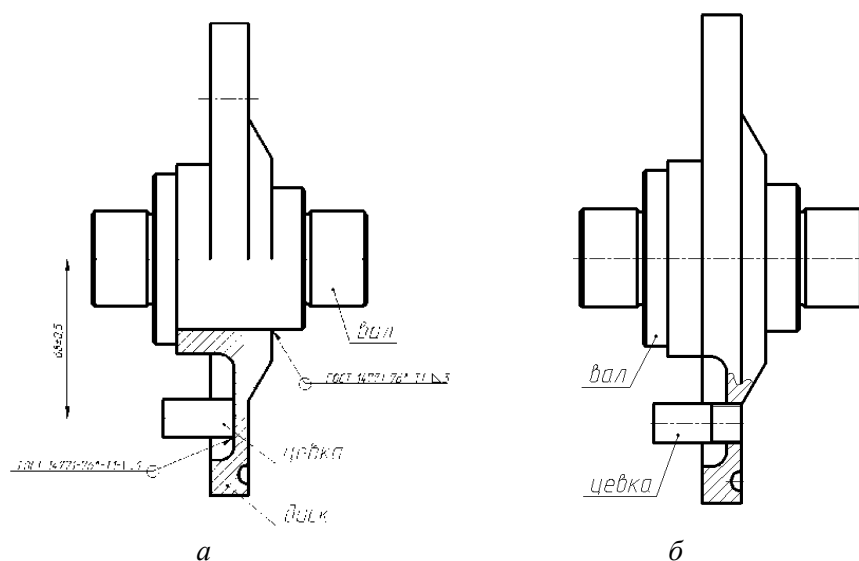


Рис. 2. Эскиз измененного изделия «Вал»

В соответствии с [1] определяются элементы суммарного профиля:



$$E_A = \frac{P_A}{I_A} = \frac{0}{60} = 0.$$

Аналогично,

$$E_B = 7,84; E_C = 22,8; E_D = 16,8; E_E = 33,6.$$

Технологией, требующей наибольших ресурсов, является объемная термообработка. При этом в силу отсутствия технологических возможностей для данной операции должна быть выдана рекомендация об изменении конструкции изделия с целью исключения потребности в термообработке. Для исключения потребности в термообработке необходимо исключить сварочные операции.

В результате анализа элементов суммарного профиля также выявлено «узкое место» – нехватка производственных ресурсов, определяющих формообразование. Рекомендации были переданы разработчику. Конструкция измененного изделия «Вал» и представлены на рис. 1, б.

Изменения конструкции, предложенные при сопряжении технико-экономического и технологического профилей изделия и производства, повлекли за собой довольно незначительные изменения в конструкции детали «цевка»: необходимо нарезать метрическую резьбу и изготовить шлиц. Данные операции выполняются на имеющемся токарно-фрезерном станке без значимого увеличения требуемых временных ресурсов.

В соответствии с [2] заполнена форма технико-экономического профиля изделия измененной конструкции (табл.).

Таблица

Технико-экономический профиль измененного изделия

Тип технологии	Группа технологий				
	Изменение структуры материала (А)	Формообразование (В)	Формирование свойств поверхности (С)	Позиционирование (D)	Закрепление (Е)
Мехобработка (I)	–	40	20	–	–
Литье (II)	0	0	0	–	–
Сварка, пайка (III)	0	–	0	–	0
Объемная ТО (IV)	0	–	0	–	–
Поверхностная ТО (V)	0	–	0	–	–
Покрытия (VI)	–	–	0	–	–
Гибка (VII)	–	0	–	–	–
Сборка с деформацией (VIII)	–	0	–	–	0
Сборка механическая (IX)	–	–	–	–	3
Позиционирование (X)	–	–	–	0	–
Пластическая деформация (XI)	–	0	0	–	–

Суммируя временные ресурсы по группам технологий (столбцам) построен технико-экономический профиль изделия измененной конструкции:

$$I_{A2} = 0 \text{ мин}; I_{B2} = 40 \text{ мин}; I_{C2} = 20 \text{ мин}; I_{D2} = 0 \text{ мин}; I_{E2} = 3 \text{ мин}; I_{O2} = 63 \text{ мин}.$$

Потребные ресурсы измененного изделия в сравнении с исходным изделием составляют

$$\Delta I_0 = \frac{E_{02}}{E_{01}} \cdot 100 \% = \frac{63}{150} \cdot 100 \% = 42 \% .$$

В результате сравнения профилей получены следующие результаты:

$$E_A = 0; E_B = 5,88; E_C = 28,56; E_D = \infty; E_E = 168.$$

Очевидно, что за счет исключения потребных ресурсов в сварочных технологиях высвобождаются ресурсы сварочного поста.

Значительное превышение ресурсов технологий, обеспечивающих свойства поверхности, позволяют высвободить шлифовальный станок, при этом элемент суммарного профиля будет составлять

$$E_A = \frac{P_C}{I_C} = \frac{100,8}{20} = 5,04 .$$

Откорректированный за счет взаимного сопряжения суммарный профиль стал представлять собой

$$E_A = 0; E_B = 5,88; E_C = 5,04; E_D = 0; E_E = 168.$$

Данные суммарного профиля показывают, что максимально возможный выпуск изделий «Вал» составляет 5 единиц в сутки.

Значительное превышение ресурсов слесарного поста должно рассматриваться с учетом загруженности производства другими работами, либо, как вариант, повторной корректировкой конструкции изделия.

В результате проведенного анализа были сформированы предложения по изменению конструкции изделия «Вал», заключающиеся в исключении сварных соединений, что, в свою очередь, исключает необходимость объемной термообработки.

Сварные соединения были исключены за счет:

- объединения деталей «вал» и «диск» в одну деталь;
- использования резьбового соединения для закрепления детали «цевка».

Полагая стоимость нормочаса в опытном производстве с учетом заработной платы работников, амортизации оборудования, накладных расходов и прибыли, равной 1200 рублей, получим экономию на одно изделие:

$$C_{\text{шлиф.}} = I_{C1} \cdot 1200 = 25 \cdot 1200 / 60 = 500 \text{ руб.}$$

Экономия с учетом программы выпуска составит 2500 рублей в смену.

Аналогичную экономию даст высвобождение сварочного поста.

Данная величина не учитывает полного высвобождения шлифовального оборудования, исключения подготовительно-заключительных операций, разработки техпроцесса, возможности расширения производства за счет высвобождения оборудования. Названные факторы такжекратно увеличат экономию.

Положительный экономический эффект заключается в уменьшении количества и типов необходимого оборудования, уменьшении номенклатуры выпускаемых деталей, увеличении возможной программы выпуска.

#### Библиографический список

1. Ильченко, И. А. Оптимизация процесса конструкторско-технологической подготовки производства / И. А. Ильченко, В. Ф. Пегашкин // Молодежь и наука : мат-лы международной науч.-практ. конф. старшеклассников, студентов и аспирантов (28 мая 2021 г.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2021. – С. 50–53.
2. Ильченко, И. А. Классификация технологий в системе автоматизированного проектирования изделий машиностроения / И. А. Ильченко, В. Ф. Пегашкин // Научно-технический вестник Поволжья. – № 3. – 2022 г. – С. 73–76.

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ АМОРТИЗАТОРОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ

Кумов Дмитрий Владимирович, аспирант  
Репин Сергей Васильевич, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: [nevideshiy@gmail.com](mailto:nevideshiy@gmail.com)

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Санкт-Петербург, РФ

**Аннотация.** В современных реалиях наблюдается растущая необходимость в эксплуатации мобильных транспортно-технологических машин (далее – ТТМ) для механизации строительных работ, созданных на базе автомобильных шасси, таких как экскаваторы, краны, передвижные мастерские, коммунальная техника и прочее оборудование. Данная тенденция обусловлена увеличением объемов транспортного и промышленного строительства в регионах Крайнего Севера РФ и Сибири. Однако эффективное использование мобильных ТТМ в этих районах сопряжено с проблемой низких скоростей передвижения из-за преобладания дорог с неусовершенствованными покрытиями. Существующие системы подвески не способны обеспечить необходимую плавность хода, что означает понижение скорости и, следовательно, производительности, т. к. конструкция типовых подвесок не включает в себя регулицию свойств. Данная статья включает в себя анализ известных решений регуляции, а также графическое изображение режима работы амортизатора с возможностью регуляции упруго-демпфирующих характеристик.

**Ключевые слова.** Транспортно-технологические машины, плавность хода, амортизатор, демпфирующая характеристика, демпфирование, подвеска машины.

Множество ТТМ, таких как краны, экскаваторы, скреперы, передвижные ремонтные мастерские и другое оборудование, базируется на шасси грузовых автомобилей. По своему функциональному назначению ТТМ преимущественно эксплуатируются на дорогах с неровным покрытием, содержащим значительные неровности, что приводит к возникновению высоких динамических нагрузок, негативно сказывающихся на скорости передвижения, долговечности и комфортабельности для оператора. Таким образом, актуальной задачей является повышение плавности хода данных машин.

Плавность движения обеспечивается системой подвески ТТМ, состоящей из направляющих, рычагов, упругих и демпфирующих элементов [1]. Устройства, обеспечивающие упругие свойства подвески, предназначены для поглощения ударных нагрузок при преодолении неровностей, в то время как демпферы гасят возникающие колебания после их прохождения. Основным недостатком современных подвесок грузовых автомобилей является отсутствие возможности регулировки упруго-демпфирующих характеристик, т. е. неспособность адаптироваться к дорожным условиям и нагрузкам на оси.

Существуют конструкции подвесок для автомобилей премиум-класса, оснащенные упруго-демпфирующими элементами с регулируемыми характеристиками на основе электронных систем управления электромагнитными параметрами амортизаторов [2] или магнитно-реологическими свойствами гидравлической жидкости [3]. Однако данные конструкции являются сложными, дорогостоящими и не обладают достаточной грузоподъемностью для применения в ТТМ.

Известно о достаточно успешном применении пневматических подвесок в шасси грузовых автомобилей, где пневмобаллоны выступают в качестве основных или дополнительных упругих элементов [4]. Данные конструктивные решения позволяют адаптировать подвеску к потенциальной нагрузке, регулировать упругую характеристику и дорожный просвет. Однако подобное решение значительно усложняет конструкцию транспортного средства и не решает проблему регулировки демпфирующей характеристики. Существует

также амортизатор, конструкция которого включает в себя упругий элемент, представляющий собой газовые пружины [5]. Данная конструкция более металлоемкая и дешевая в производстве, т. к. необходимость во внешнем упругом элементе отпадает; также внешние шпигели позволяют регулировать упругость системы подвески, но не демпфирующие свойства амортизатора.

Известна конструкция двухтрубного гидравлического амортизатора с внутренним упругим элементом в виде пневмопружины [6], в которой была предпринята попытка регулировки демпфирующих свойств за счет введения дроссельно-клапанной системы в нижнюю часть конструкции. Но регуляция не происходит, ведь не предусмотрена возможность регулирования пропускной способности дроссельных и клапанных отверстий.

Однако также стоит упомянуть потенциально рабочую конструкцию амортизатора с возможностью регулирования демпфирующих свойств [7]. Идея данной конструкции заключается в том, что рабочая жидкость также проходит через дроссельно-клапанную систему, но в зависимости от хода сжатия или отбоя стопорная гайка частично или полностью перекрывает отверстия, тем самым определяет направление жидкости и ее скорость, а, следовательно, и регулирует демпфирующие свойства амортизатора. Но регуляция упругих свойств не предусмотрена.

Научная новизна настоящей статьи заключается в графическом изображении возможного решения проблемы нерегулируемых демпфирующих свойств, причем при сохранении внутреннего упругого элемента с возможностью регулирования, благодаря чему потенциальная конструкция станет актуальной для строительных и горнопромышленных работ.

Гидравлический амортизатор может работать в регрессивном, прогрессивном, а также промежуточно-линейном режиме. Иначе эти режимы можно охарактеризовать как дроссельный и клапанный. Регрессивный режим представляет собой растянутую параболическую кривую, прогрессивный – более «классическую» параболу, а линейный режим является результатом наложения этих двух графиков (рис. 1). В регрессивном дроссельном режиме сила сопротивления амортизатора  $P_{сопр}$  слабо изменяется при повышении скорости  $V_{амор}$ . В данном режиме подвеска способна обеспечить надлежащую плавность хода при преодолении небольших неровностей и предотвратить отрыв колес от опорной поверхности. В случае прогрессивного клапанного режима сопротивление амортизатора  $P_{сопр}$  резко возрастает даже при сравнительно небольшом увеличении скорости  $V_{амор}$ .

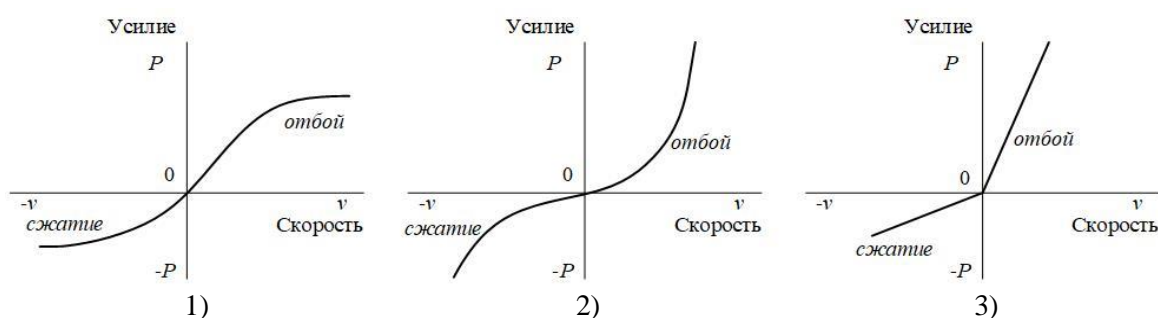


Рис. 1. Режимы работы амортизатора:  
1 – регрессивный; 2 – прогрессивный; 3 – линейный

Как раз обеспечение линейной характеристики амортизатора за счет потенциальной регуляции свойств позволит обеспечить надлежащую плавность хода транспортного средства при преодолении значительных неровностей дорожного покрытия, а также противодействовать боковому крену кузова во время совершения резких маневров на повороте.

## Заключение

Амортизатор с прогрессивным режимом работы как раз возможен только при регуляции упругих и демпфирующих свойств. Графическое изображение оптимальной демпфирующей характеристики (рис. 2) наглядно демонстрирует необходимость чередования режимов работы за счет конструктивных решений, на что и направлена научно-исследовательская деятельность авторов данной статьи.

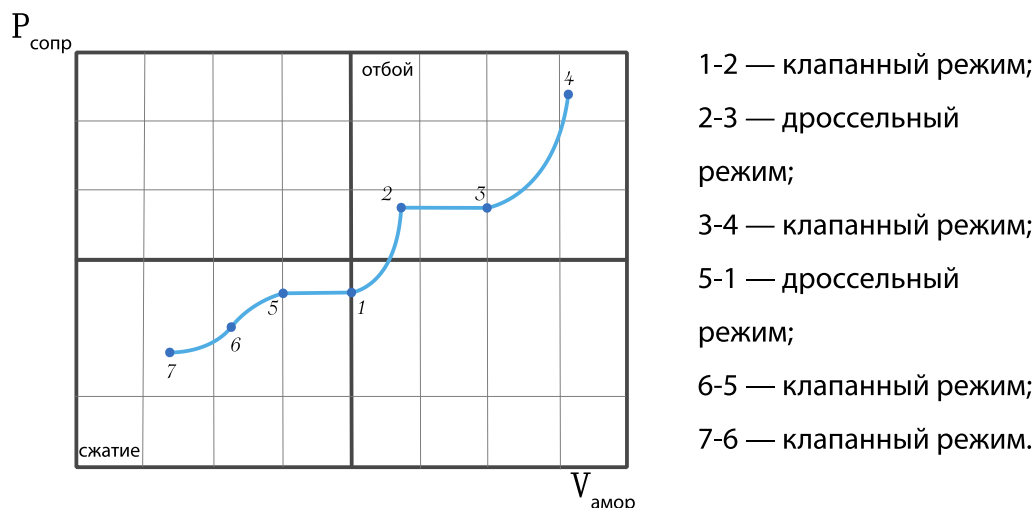


Рис. 2. Клапанно-дроссельный режим работы амортизатора при отбое и сжатии

## Библиографический список

1. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колеса. – Москва : Машиностроение, 1986. – 320 с.
2. Феномен Bose: почему лучшая в мире подвеска до сих пор не стала серийной / А. Кокорин // Колеса\_ру. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.kolesa.ru/article/fenomen-bose-pochemu-luchshaya-v-mire-podveska-do-sih-por-ne-stala-serijnoj>. Дата посещения 28.04.24.
3. Репин, С. В. Анализ подвески автомобиля, основанной на магнито-реологических амортизаторах / С. В. Репин, Р. А. Литвин, Д. О. Коротчук // Грузовик. – 2022. – № 6. – С. 28–31.
4. Обзор конструкций и применения пневматических подвесок на грузовых автомобилях / В. А. Зубина, В. М. Алакин, А. И. Пономарев, Б. П. Садковский // Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-konstruktsiy-i-primeneniya-pnevmaticheskikh-podvesok-na-gruzovyh-avtomobilyah>. – Дата посещения 29.04.24.
5. Исследование упругой характеристики нового гидропневматического амортизатора / С. В. Репин, В. Н. Добромиров, Д. С. Орлов // Вестник гражданских инженеров. – 2019, 5(76). – Санкт-Петербург : СПбГАСУ. – С. 260–269.
6. Безопасность эксплуатации транспортно-технологических машин на автомобильном ходу / С. В. Репин, Р. Р. Букиров, Д. С. Орлов // СПбГАСУ. – с. 30–35.
7. Разработка конструкции амортизатора с регулируемой демпфирующей характеристикой для ходовой части транспортно-технологической машины / С. В. Репин, Д. С. Орлов, Т. В. Виноградова, А. А. Абросимова // Русский инженер. – 2023. – № 4(81), ноябрь. – С. 30–31.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАРНИРНЫХ ПОДВИЖНЫХ НОСИЛОК

Мурзин Павел Александрович, студент  
Ильченко Иван Алексеевич, аспирант  
Пегашкин Владимир Федорович, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: [pavmurzin@gmail.com](mailto:pavmurzin@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил

**Аннотация.** В тексте рассматривается проблема существующих носилок для раненых, которые имеют большие габариты и не позволяют бойцам использовать личное оружие. Предлагается решение этой проблемы – складные носилки с разборным каркасом, состоящую из двух полубалок, соединенных упругим шарниром. Это позволяет облегчить маневрирование с носилками в стесненных условиях.

**Ключевые слова.** Складные носилки.

В условиях современного общевойскового боя, катастроф, при ликвидации ЧС особую актуальность имеет переноска раненых, пострадавших. Как правило, переноска требуется неотложной и нередко в стесненных или ограниченных условиях.

Существующие носилки, представляющие собой две продольных балки с тканевым, ременным, пластиковым или иным ложем просты, эффективны, широко распространены. При этом они имеют недостаток – большие габаритные размеры. Кроме того, в условиях боя их постоянная транспортировка штурмовыми подразделениями практически нереальна, т. к. лишает бойцов возможности применять личное оружие, хоть и эффективны в переноске раненых, но лишают бойца возможности защиты, т. к. его руки заняты.

Предлагаемое решение проблемы больших габаритов носилок для переноски раненых или пострадавших заключается в использовании складных носилок с разборным каркасом.

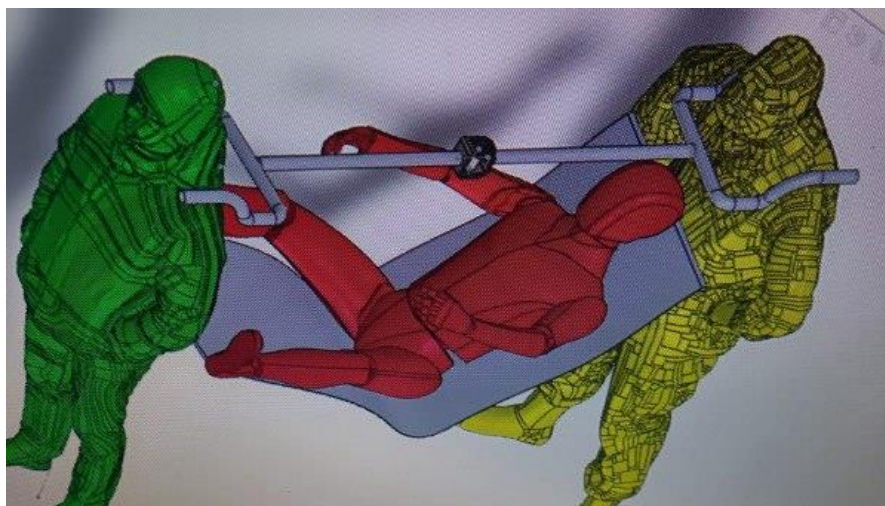


Рис. 1. Концепция перевозки пострадавшего в складных носилках

Каркас представляет собой продольно ориентированную балку, состоящую из двух полубалок, соединенных упругим шарниром, позволяющим угловое перемещение полубалок друг относительно друга в определенных пределах, облегчающих маневрирование с носилками в стесненных условиях.



Рис. 2. Общий вид носилок

На каркас крепится тканевое полотнище подобно гамачному подвесу. К свободным концам полубалок крепятся устройства сопряжения с телами (торсами) несущих бойцов или спасателей.

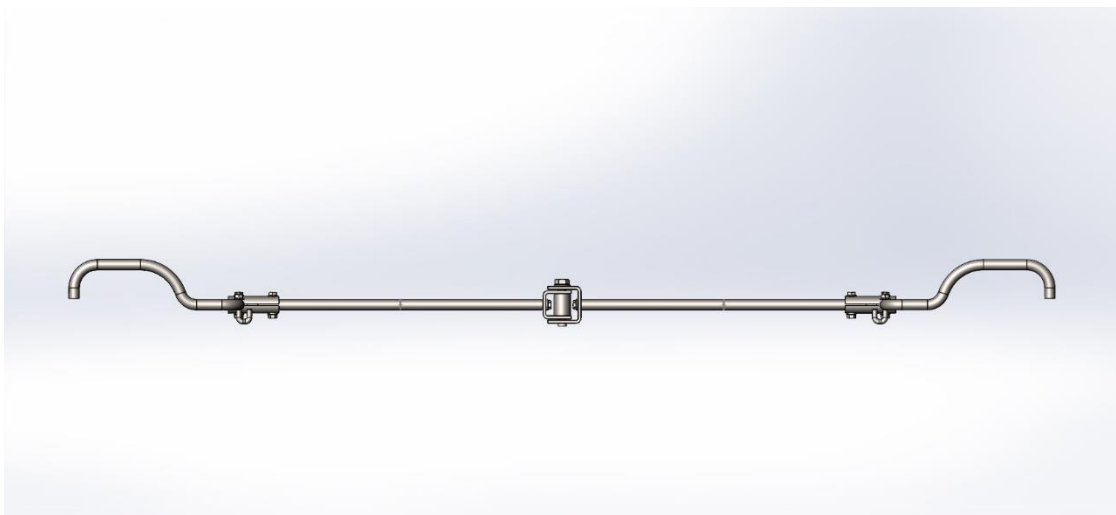


Рис. 3. Общий вид носилок (вид сбоку)

Устройства сопряжения могут представлять собой, например, пространственные каркасные конструкции, ременные подвесы или иные конструктивные решения.

Данный тип проектируемых носилок имеет следующие плюсы:

- быстросъемность;
- легкость;
- возможность складывания;
- удобство при размещении на теле, не сковывает движения, позволяет вести огонь.

Комплект легкий, не требует много места, может переноситься в составе штурмовых или спасательных подразделений.



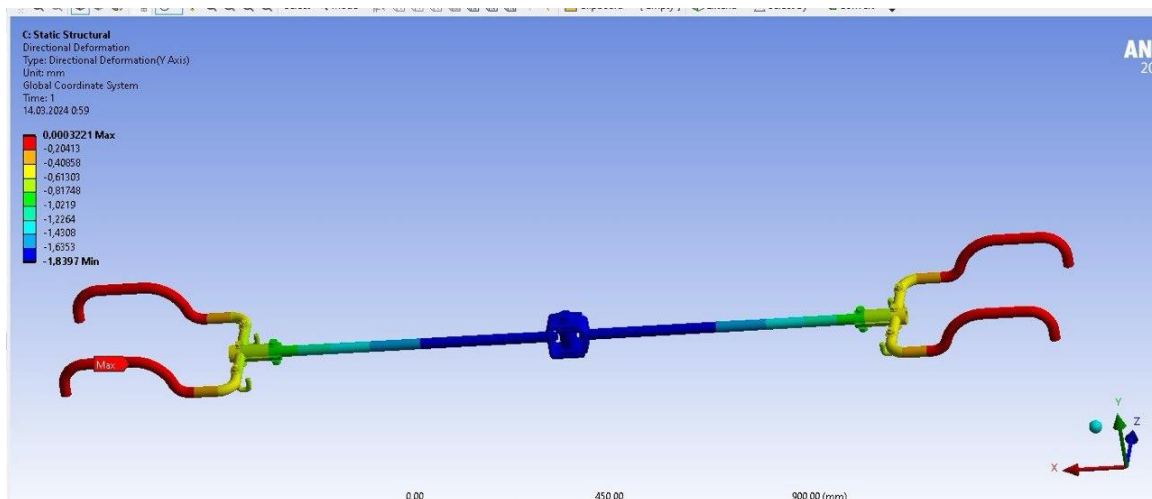


Рис. 4. Результаты симуляции на носилки с нагрузкой в 120 кг

Данное решение предназначено только для экстренной, неотложной переноски, эвакуации раненых, т. к. поза, в которой находится приносимый человек не является безопасной при серьезных ранениях в позвоночник, отдел шеи и головы.



Рис. 5, 6. Изготовленный первый экземпляр подвижного шарнира

Данная модель носилок не является финальным продуктом. После консультаций с военными было принято решение по модернизации способа крепления оси к бойцу. В будущем это может иметь *MOLLE*-систему или выступать отдельно как независимая разгрузка.

В условиях современного общевойскового боя, а также при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций критически важно оперативно доставлять раненых в руки военных медиков. Предложенное решение проблемы крупногабаритных носилок представляет собой инновационную разработку, предназначенную для использования в особых условиях, когда промедление может стоить человеческой жизни.



## Библиографический список

1. RU 142388 U1. Медицинские носилки. – Межрегиональное общественное учреждение «Институт инженерной физики» / Еремин Борис Георгиевич
2. SU 563976 A1. Аварийно-спасательные носилки / Тоцкий Георгий Васильевич
3. RU 2 020 909 C1. Медицинские носилки / Анчипаловский Лев Абрамович

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УБОРКИ «ХВОСТОВ» КОКСА»

Мурзин Павел Александрович, студент  
Ильченко Иван Алексеевич, аспирант  
E-mail: [pavmurzin@gmail.com](mailto:pavmurzin@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил

**Аннотация.** Предложить конструкторское решение для механизированного забора просыпей кокса в печь, определить технические характеристики, проработать компоновку, состав основных узлов машины.

**Ключевые слова.** Просыпи кокса, завалочная машина, погрузочные машины.

Коксохимическое производство играет важную роль в цепочке производства стали. Основная идея процесса заключается в нагреве угольной шихты в коксовых батареях без доступа кислорода. При этом из угольной шихты выделяются летучие вещества в виде паров смолы, воды и коксового газа, оставляя твердый остаток – кокс. Для его удаления из печи используется коксовыталькиватель, который выталькивает его через противоположные дверцы, закрывающие концы сквозной коксовой камеры. Однако процесс сопровождается просыпью кокса на пол в рабочей зоне.

На сегодняшний день эту проблему решают вручную, используя лопаты для сбора кокса, который затем возвращают обратно в печь. Рабочие, находящиеся в горячей зоне, вынуждены контактировать с раскаленным продуктом и вдыхать вредные газы, такие как оксид серы, двуокись азота, окиси углерода, микрочастицы сажи и пыли.

Для решения этой проблемы были рассмотрены различные кинематические схемы конструкций, такие как машины с поворотным или заборным ковшем, погрузочные машины с грейферным захватом, а также конструкции со шнеком и питателем

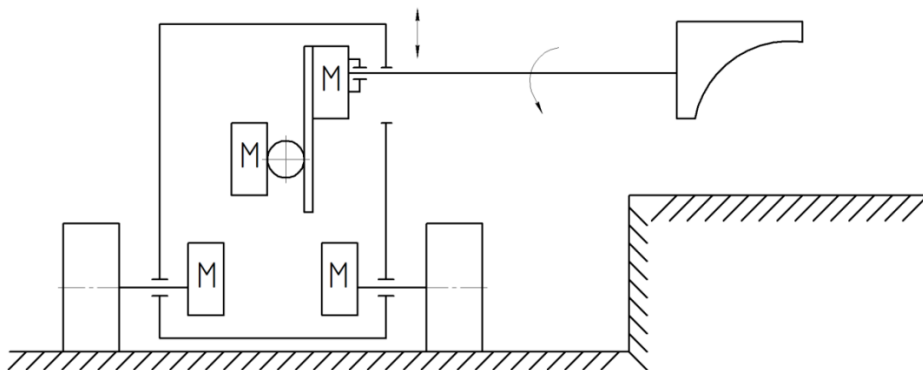


Рис. 1. Кинематическая схема машины с поворотным ковшем

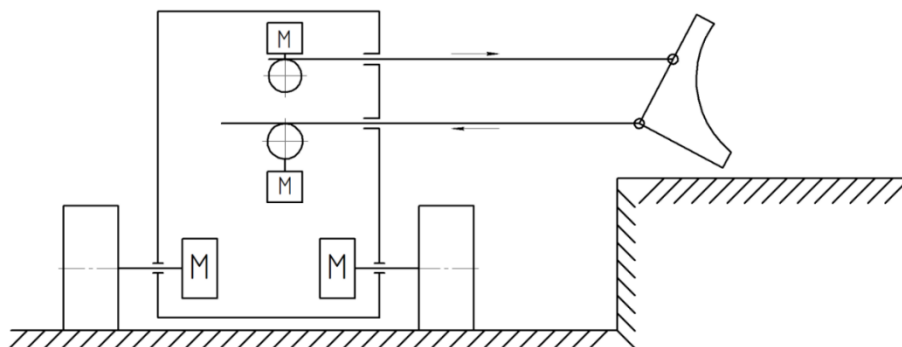


Рис. 2. Кинематическая схема машины с реечной передачей

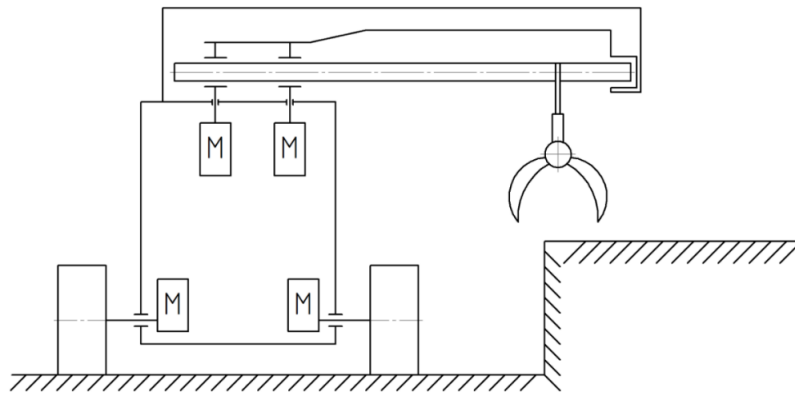


Рис. 3. Кинематическая схема машины с грейферным захватом

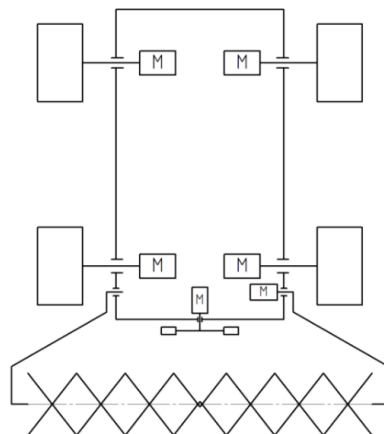
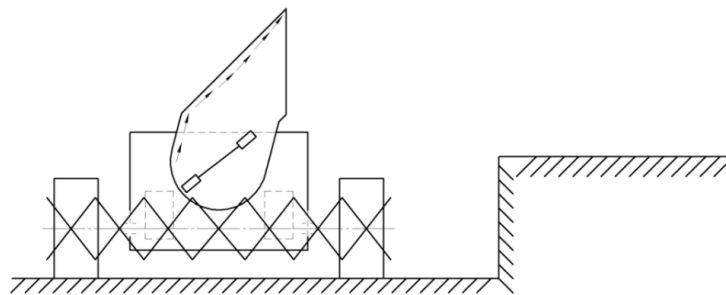


Рис. 4. Кинематическая схема машины с вращающимся шнеком и питателем

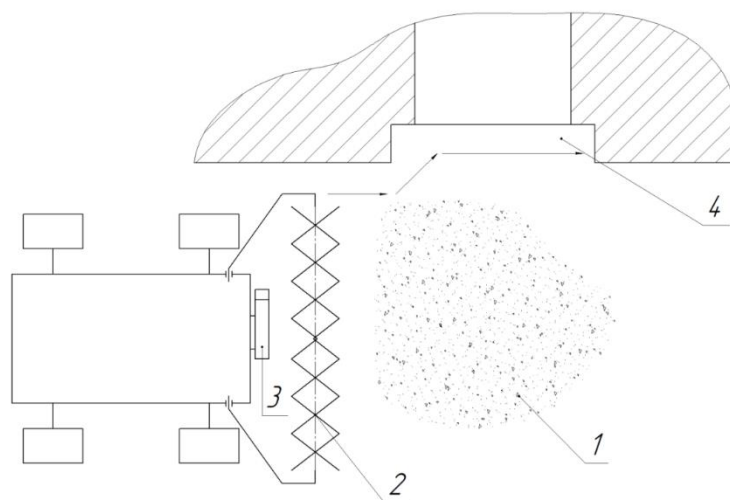


Рис. 5. Принцип работы проектируемой машины

Из перечисленных выше кинематик, самым удачным вариантом является машина со шнеком и питателем. Эта машина разработана для сбора просыпи кокса и его возвращения обратно в печь. В процессе работы она приближается к просыпанному коксу (1) с включенным вращающимся шнеком (2). Шнек состоит из двух спиралей, направленных в разные стороны, которые собирают кокс в центр оборудования и направляют его к питателю (3). Пока машина не достигнет открытой створки печи (4), питатель остается выключенным. Когда машина находится напротив проема печи, питатель включается, и собранный кокс подается через направляющий желоб обратно в печь.

Этот процесс взаимодействия шнека и питателя позволяет эффективно собирать и удалять кокс с минимальными потерями и простоем машины. Основное преимущество этой конструкции заключается в том, что все рабочие механизмы находятся за пределами печи, что снижает вероятность перегрева и выхода машины из строя. Отсутствие «хобота» с ковшем также позволяет без ограничений собирать кокс, а стабильное распределение центра тяжести повышает надежность и устойчивость машины. Такая конструкция широко используется в других областях, например, в производстве дорожной техники, включая снегоуборочные машины.

Шасси машины имеет каркасную конструкцию с откидными капотами, под которыми размещены аккумуляторы, мотор-редукторы и системы управления. Вентиляционные решетки и вентиляторы охлаждения обеспечивают эффективное охлаждение. Для удобства ремонта колес принято решение использовать сборную конструкцию со сменными осями.

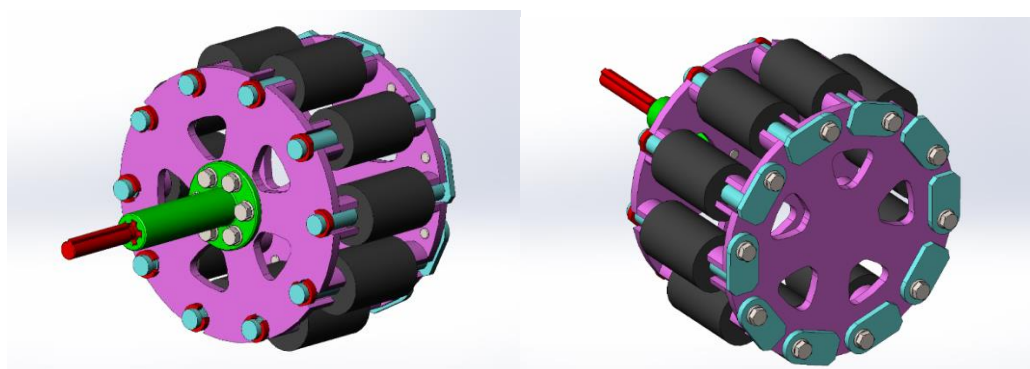


Рис. 6,7. Общий вид колеса

Также разрабатываемое шасси может использоваться в качестве внутрицехового транспорта, базы для технологического оборудования.

Кроме того, в настоящее время высокую актуальность имеет гуманитарное разминирование новых территорий России. Разрабатываемая машина с использованием легких минных тралов каткового типа вполне пригодна для разминирования противопехотных минных полей, из, например, широко распространенных мин ПФМ.



Рис. 8. Российский разведывательно-боевой робот Уран-6



Рис. 9. Немецкий минный тральщик *MineWolf*

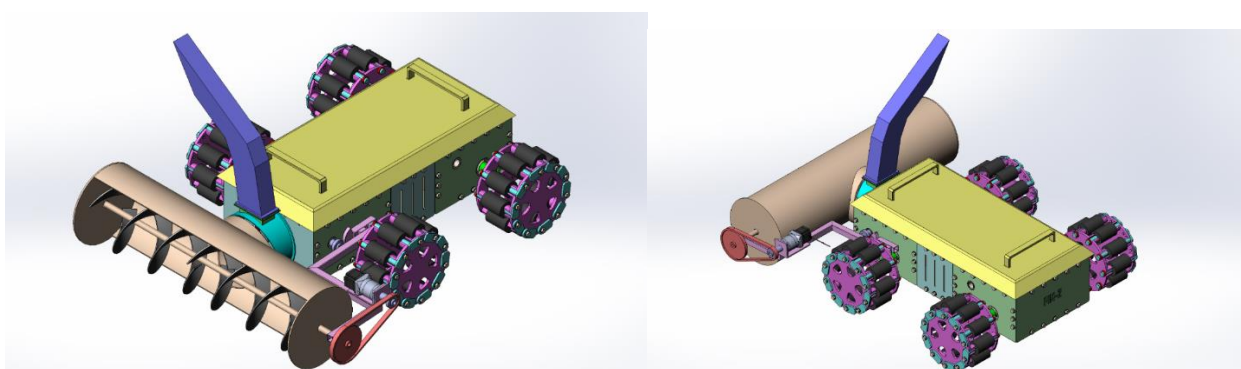


Рис. 10, 11. Общие виды проектируемого устройства

#### Библиографический список

1. Анализ конструктивных схем поворота колесных машин / Н. А. Кузьмин, В. О. Терентьев, А. Ю. Сагач [и др.] // Молодой ученый. – 2020. – № 6 (296). – С. 35–39.
2. Погрузочно-разгрузочное и транспортное оборудование для горнодобывающей промышленности (отраслевой каталог) / С. М. Коленцев, В. Ф. Евтушенко, Т. А. Антонова.
3. Теория и расчет танка : одобр. ГУУЗ НКСС в качестве учебного пособия для машиностроительных вузов / Н. А. Яковлев. – Москва ; Свердловск : Машгиз, 1943. – 176 с.
4. Одноковшовый погрузчик / Л. Г. Фохт. – Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/6301989/foht-odnokovshovyj-pogruzchik>

## ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ГЛУБИНУ УПРОЧНЕНИЯ

Осипенкова Галина Алексеевна, доц.  
Пегашкин Владимир Федорович, д-р техн. наук, проф.  
Малыгина Наталья Петровна  
Кукина Надежда Юрьевна  
E-mail: v.f.pegashkin@urfu.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Работоспособность и надежность узлов, агрегатов и изделий в целом определяются свойствами и состоянием поверхностного слоя деталей. Упрочнение поверхностного слоя металла позволяют решать многие важнейшие технические задачи, хотя сама по себе разработка и реализация таких технологических методов упрочнения представляет собой исключительно сложную проблему науки и производства. Одним из технологических направлений упрочнения изделий является использование электрофизикохимических методов обработки, среди которых достойное место занимают ультразвуковые технологии, позволяющие формировать совокупность требуемых эксплуатационных свойств изделий. Рассмотрено влияние ультразвукового воздействия на твердость поверхностного слоя меди марки М1, алюминия АД31 и определение оптимальных режимов ультразвуковой обработки, позволяющих повысить поверхностную твердость деталей. Получена математическая модель зависимости глубины упрочнения поверхностного слоя от режимов обработки.

**Ключевые слова.** Упрочнение, ультразвуковая обработка, кавитация.

Анализ литературных источников показывает, что работоспособность и надежность узлов, агрегатов и изделий в целом определяются свойствами и состоянием поверхностного слоя деталей [1].

Упрочнение поверхностного слоя металла позволяют решать многие важнейшие технические задачи, хотя сама по себе разработка и реализация таких технологических методов упрочнения представляет собой исключительно сложную проблему науки и производства [2].

Одним из технологических направлений упрочнения изделий является использование электрофизикохимических методов обработки, среди которых достойное место занимают ультразвуковые технологии, позволяющие формировать совокупность требуемых эксплуатационных свойств изделий [2].

Целью настоящей работы является изучение влияния ультразвукового воздействия на твердость поверхностного слоя меди марки М1, алюминия АД31 и определение оптимальных режимов ультразвуковой обработки, позволяющих повысить поверхностную твердость деталей.

На рис. 1 представлена предлагаемая схема УЗО [3]. В концентраторе 5 имеется отверстие с резьбой 1. В отверстие вкручивается деталь 3. Деталь погружается в среду 2 (ПАВ, масло) в ультразвуковую ванну 4 на регулируемую глубину относительно поверхности среды.

Ультразвуковые продольные колебания создают процесс кавитации в среде, вследствие чего деталь и среда совершают сложное колебательное движение.

Приспособление работает следующим образом: ультразвуковые продольные колебания с частотой 18000 Гц и амплитудой 12 мкм, создаваемые преобразователем, поступают на концентратор. Концентратор, являясь элементом колебательной системы, обеспечивает необходимую амплитуду колебаний на заданной резонансной частоте и передает ко-

лебания обрабатываемым деталям. Ультразвуковые продольные колебания создают процесс кавитации в среде, вследствие чего деталь и среда совершают сложное колебательное движение.

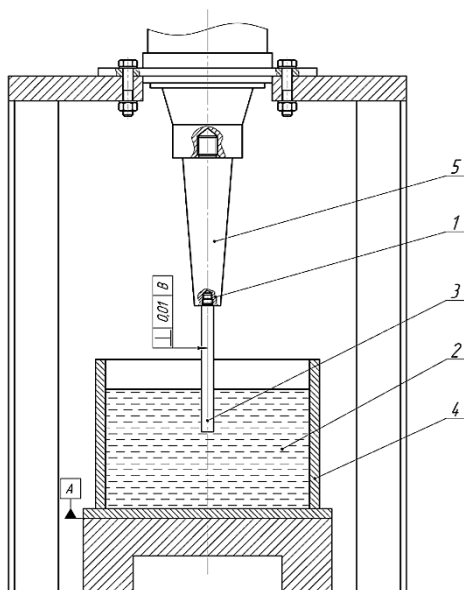


Рис. 1. Установка для создания ультразвуковых продольных колебаний на поверхность металла в режиме кавитации:  
 1 – отверстие в концентраторе 2 – среда, 3 – деталь,  
 4 – ванна, 5 – концентратор

На основе регрессионного анализа экспериментальных данных была получена математическая модель зависимости глубины упрочнения поверхностного слоя от режимов обработки:

$$h = e^{1,6} \cdot \frac{C^{0,085}}{A^{0,006} \cdot T^{0,011} \cdot t^{0,038}}, \quad (1)$$

где  $A$  – амплитуда ультразвуковых колебаний, мкм;  $T$  – температура среды, °C;  $C$  – характеристика среды;  $t$  – время воздействия, мин.

Зависимости глубины упрочнения поверхностного слоя от режимов обработки показаны на рис. 2–4.

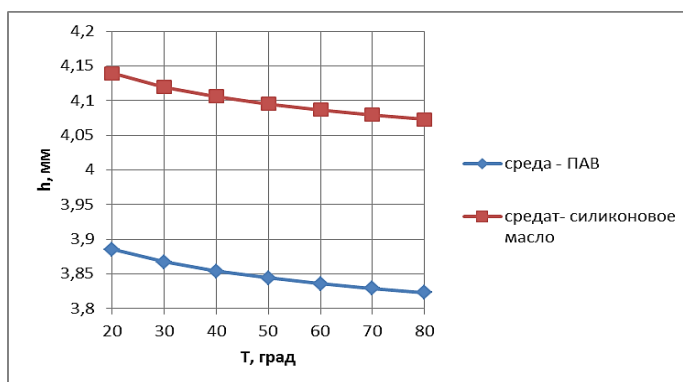


Рис. 2. Графики зависимостей глубины упрочнения от температуры среды при режимах:  
 $A = 40$  мкм;  $t = 15$  мин

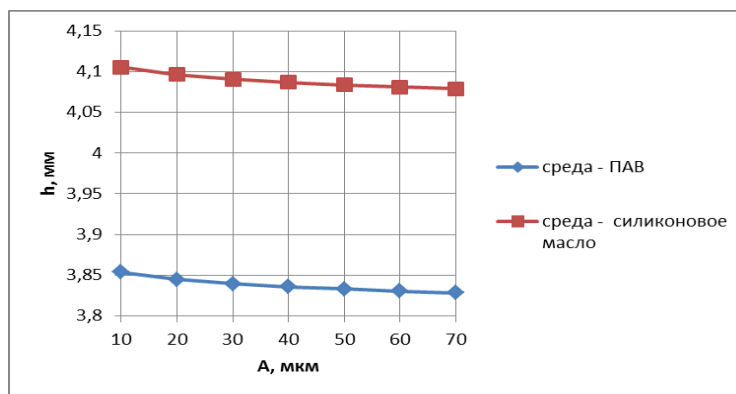


Рис. 3. Графики зависимостей глубины упрочнения от амплитуды ультразвуковых колебаний при режимах:  $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $t = 15\text{ мин}$

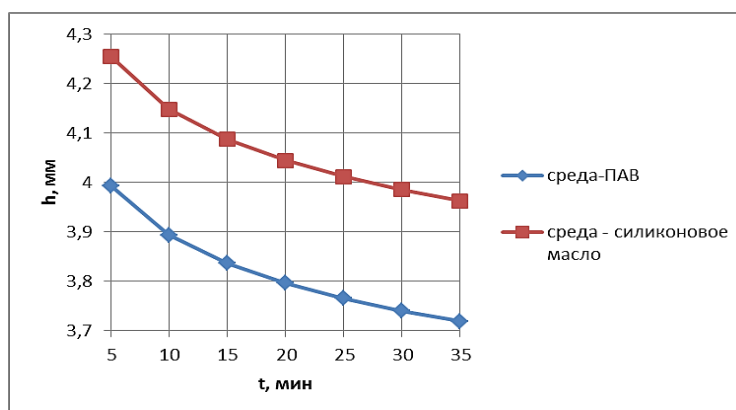


Рис. 4. Графики зависимостей глубины упрочнения от времени воздействия при режимах:  $A = 40\text{ мкм}$ ;  $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

#### Выводы:

- средняя глубина упрочнения поверхностного слоя составила 0,79 мм;
- глубина упрочнения уменьшается с увеличением амплитуды ультразвуковых колебаний, температуры среды и времени воздействия;
- наибольшее влияние на глубину упрочнения оказывает среда. Использование силиконового масла в качестве среды дает большую глубину упрочнения.

#### Библиографический список

1. Фатюхин, Д. С. Ультразвуковые технологии повышения эксплуатационных свойств изделий транспортного машиностроения: дис. ... д-ра техн. наук / Д. С. Фатюхин. – Москва : Московский государственный автомобильно-дорожный институт, 2014. – 542 с.
2. Поляк, М. С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения. В 2 т. Т. 2. / М. С. Поляк – Москва : Машиностроение, 1995. – 688 с.
3. Осипенкова, Г. А. Влияние кавитационной обработки на шероховатость поверхности / Г. А. Осипенкова, В.Ф. Пегашкин, Л. А. Левская, Н. П. Малыгина // Молодежь и наука : материалы международной научно-практической конференции (22 мая 2015 г., г. Нижний Тагил) в 2 т. Т. 1. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2015. – С. 112–114.



# НАКОПЛЕННАЯ ВЕЛИЧИНА УПРОЧНЕНИЯ ПРИ МНОГОКРАТНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Осипенкова Галина Алексеевна, доц.  
Пегашкин Владимир Федорович, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: v.f.pegashkin@urfu.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил

**Аннотация.** Увеличение надежности деталей возможно за счет создания поверхностных остаточных напряжений в деталях. В работе определены условия упрочнения при многократной поверхностной деформации с наложением ультразвуковых крутильных колебаний. Получена зависимость между глубиной внедрения деформирующего элемента и статической силой прижима.

**Ключевые слова.** Микрорельеф поверхности, ультразвуковая обработка.

Для увеличения остаточных напряжений в поверхностном слое деталей применяют выглаживание за два и большее число рабочих ходов [1]. В устройстве для упрочняющей обработки внутренних поверхностей деталей с наложением ультразвуковых крутильных колебаний [2] индентор совершает возвратно-крутильные колебания, что позволяет за один рабочий ход создать условия дополнительной деформации поверхностного слоя.

Коэффициент деформации определяется выражением

$$K_d = \frac{V}{V_3}, \quad (1)$$

где  $V$  – скорость вращения детали,  $V_3$  – скорость перемещения деформирующего элемента.

Скорость вращения детали

$$V = \pi D n, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр отверстия детали;  $n$  – частота вращения детали.

Скорость перемещения деформирующего элемента

$$V_3 = 2AN, \quad (3)$$

где  $N$  – частота ультразвуковых колебаний деформирующего элемента;  $A$  – амплитуда колебания деформирующего элемента.

Амплитуда колебания деформирующего элемента определяется из выражения

$$A = \frac{0,9998 \cdot A_k \cdot (r_k + a)}{r_k}, \quad (4)$$

где  $A_k$  – амплитуда на выходном торце концентратора;  $r_k$  – радиус деформирующего элемента;  $a$  – величина выступания деформирующего элемента после запрессовки.

Коэффициент деформации или выражение (1) с учетом выражений (2, 3, 4) примет вид

$$K_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n \cdot r_k}{1,996 \cdot A_k \cdot (r_k + a) \cdot N}. \quad (5)$$

Условие дополнительной деформации при обратном ходе деформирующего элемента

$$K_d < 1. \quad (6)$$

В таблице приводятся коэффициенты деформации, определенные по формуле (5).

На рис. 1 представлены траектории результирующего движения деформирующего элемента по поверхности детали при различных коэффициентах деформации.

Коэффициент деформации при различных диаметрах деформирующего элемента ( $d_3$ ) и частотах вращения детали ( $n$ )

$d_3$ , м	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$K_d$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$K_d$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$K_d$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$K_d$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$K_d$
0,005	31,5	0,07632 9	45	0,10904 1	63	0,15265 7	90	0,21808 2	600	1,45383
0,007		0,07632 6		0,10903 7		0,15265 2		0,21807 5		1,45387 9
0,007 5		0,07632 5		0,10903 6		0,15265 1		0,21807 3		1,45381 8
0,009 5		0,07632 3		0,10903 3		0,15264 6		0,21806 5		1,45377
0,01		0,07632 2		0,10903 2		0,15264 5		0,21806 4		1,45375 8
0,010 5		0,07632 2		0,10903 1		0,15264 3		0,21806 2		1,45374 6
0,012		0,07632		0,10902 8		0,15263 9		0,21805 6		1,45370 9

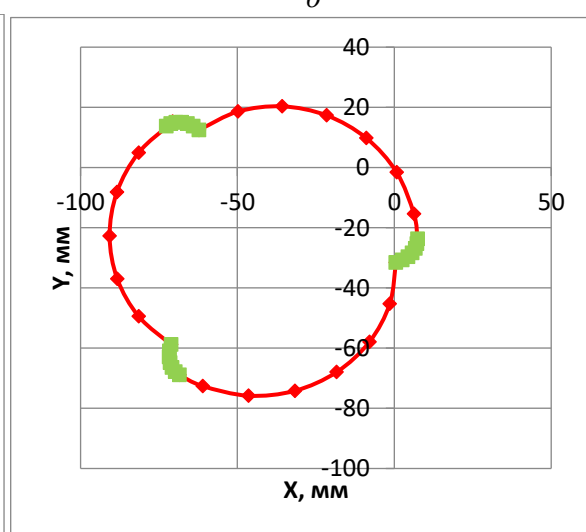
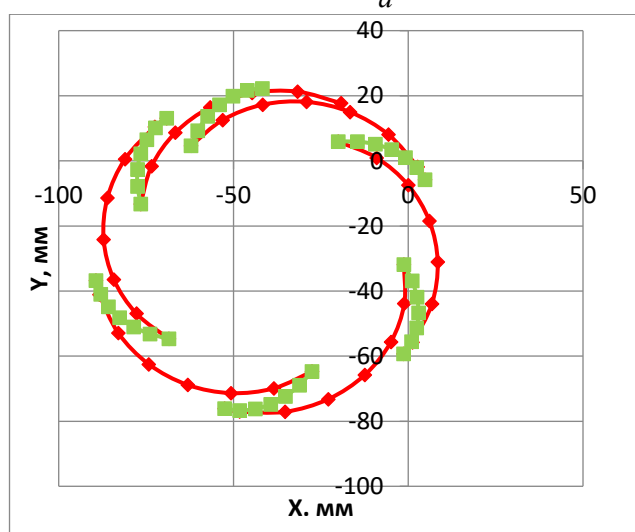
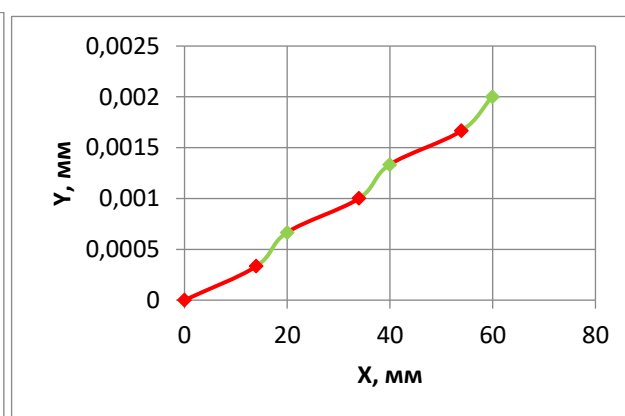
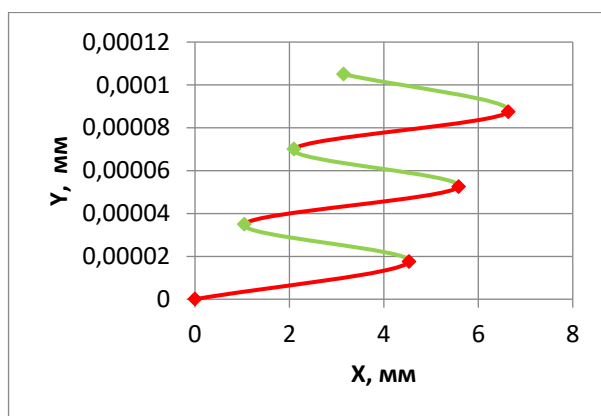


Рис. 1. Траектория результирующего движения деформирующего элемента по поверхности детали в направлении подачи (а, б) скорости (в, г) при различных коэффициентах деформации:

- ♦ – прямой ход, ◆ – обратный ход, режимы:  $A = 0,07$  мм;  $d_3 = 10$  мм;  $r_k = 30$  мм;  $D = 100$  мм;  $N = 18000$  кол/с;  $a, b - n = 31,5$  мин<sup>-1</sup>;  $K_d = 0,076$ ;  $\bar{b}, \bar{c} - n = 600$  мин<sup>-1</sup>;  $K_d = 1,45$

Определим условия упрочнения.

*Первое условие*

$$K_d < 1.$$

*Второе условие*

$$\sigma_y < \sigma_{\text{деф}} < \sigma_B, \quad (7)$$

где  $\sigma_{\text{деф}}$  – напряжение деформации;  $\sigma_y$  – предел упругости;  $\sigma_B$  – временное сопротивление.

Осевые (в направлении  $s$ ) остаточные напряжения в 1,5–2 раза больше, чем в направлении скорости [2]. Поэтому рассмотрим напряжение деформации в направлении подачи при прямом и обратном ходе:

$$\sigma_{\text{деф}} = 2 \frac{P}{F_{\text{сег}}}, \quad (8)$$

где  $P$  – статическая сила прижима;  $F_{\text{сег}}$  – площадь контакта в направлении подачи.

Площадь контакта в направлении подачи определим из выражения

$$F_{\text{сег}} = \frac{r_3}{2} (\alpha - \sin \alpha), \quad (9)$$

где

$$\alpha = 2 \arccos \frac{r_3 - h}{r_3}. \quad (10)$$

Выражение 8 с учетом выражений 9 и 10 примет вид

$$\sigma_{\text{деф}} = (4P) / \left( r_3 \left( 2 \arccos \left( \frac{r_3 - h}{r_3} \right) - \sin \left( 2 \arccos \left( \frac{r_3 - h}{r_3} \right) \right) \right) \right). \quad (11)$$

Глубина внедрения деформирующего элемента:

$$h = \left( \frac{0,38P \left( \frac{1-\mu^2}{E} + \frac{1-\mu_1^2}{E_1} \right)}{\sqrt{d_3}} \right)^{\frac{2}{3}}. \quad (12)$$

При  $P = 5$  Н;  $d_3 = 0,01$  м напряжение составит  $\sigma_{\text{деф}} = 7,41$  МПа.

#### Библиографический список

1. Пегашкин, В. Ф. Выглаживание поверхности отверстий с использованием УЗ крутильных колебаний / В. Ф. Пегашкин, Г. А. Осипенкова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – № 4. – С. 69–73.
2. Патент 185980 РФ Устройство для упрочняющей обработки внутренних поверхностей деталей / Пегашкин В. Ф., Осипенкова Г. А. ; заявитель и патентообладатель Уральский федеральный университет – Оpubл. 25.12.2018, Бюл. № 36. – 8 с.
3. Смелянский, В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. – Москва : Машиностроение, 2002. – 300 с., ил.

## ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Пегашкина Елена Валентиновна  
E-mail: e.v.pegashkina@urfu.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** С целью повышения стойкости сверел на операциях обработки деталей с повышенной прочностью была применена обработка инструмента в горячем масле – погружение в масло, нагретое до 90–100 °С, и выдержка в течении 30–40 мин. Установлено, что в результате стойкость инструмента возросла на всех исследованных операциях на 20–30 %. Применение данной технологии открывает возможности повышения стойкости быстрорежущего инструмента и производительности труда. Следует учесть, что масло индустриальное широко применяется на предприятиях.

**Ключевые слова.** Стойкость режущего инструмента, обработка резанием.

Повышение стойкости инструмента на операциях резания по-прежнему остается основной задачей [1–4]. Особенно эта задача актуальна при обработке отверстий малого (3–5 мм) диаметра сверлами из быстрорежущей стали.

В данной работе исследовалось повышение стойкости режущего инструмента, подвергнувшего обработке в горячем масле. Использовалось масло индустриальное И-50А с температурой вспышки 200 °С.

Сверло погружалось в масло, нагретое до 90–100 °С, и выдерживалось в течение 30–40 мин. Эксперименты показали, что стойкость сверла диаметром 3,8 мм из Р6М5 при погружении в масло при температуре 95 °С и выдержке в течение 60 мин увеличивается на 27 %. Стойкость зенкера диаметром 4 мм из Р6М5 при тех же условиях обработки в масле увеличивается на 32 %.

При проведении экспериментов использовались методы статистического планирования. Параметр оптимизации – стойкость режущего инструмента ( $T$ ). В качестве критерия затупления принимался износ по задней поверхности 0,1 мм (потеря режущих свойств). Факторами эксперимента являлись: температура нагрева масла ( $t$ ) и время выдержки ( $\tau$ ).

Интервалы варьирования факторов приведены в таблице.

Таблица

Интервалы варьирования факторов

Наименование	Факторы	
	$t$ , °С	$\tau$ , мин
Основной уровень	95	30
Интервал варьирования	5	10
Верхний уровень	100	40
Нижний уровень	90	20

Условия эксперимента: вид обработки – сверление отверстия  $\varnothing 3,2$  мм, материал режущего инструмента – Р6М5, материал детали – 40Х, механические свойства материала детали – НВ = 220...228, режимы резания:  $V = 15,5$  м/мин,  $S = 0,1$  мм/об.

Стойкость измерялась временем работы сверла до затупления. Затем определялась средняя стойкость группы сверл  $\bar{T}$  по формуле

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m T_i,$$

где  $n$  – число параллельных опытов ( $n = 3$ ),  $T_i$  – стойкость сверла в отдельном опыте.

Повышение стойкости определялось в виде отношения

$$K = \frac{(\bar{T})_{\max}}{(\bar{T})_0},$$

где  $(\bar{T})_{\max}$  – средняя стойкость при сочетании факторов процесса обработки;  $(\bar{T})_0$  – средняя стойкость сверел, не подвергнутых обработке.

Для оценки отклонений параметра оптимизации в опытах от среднего значения определялась среднее квадратичное отклонение опытов:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum (T_{ij} - \bar{T}_j)^2}{n - 1}},$$

где  $i$  – номер опыта в  $j$ -й серии экспериментов.

Среднее квадратичное отклонение опытов находится в пределах 0,3–0,4, что составляет 3,2–4,8 % от среднего значения параметров.

В ходе экспериментов и обработки данных проверялась однородность дисперсий с помощью критерия Кохрена, статистическая значимость и доверительные интервалы коэффициентов математической модели.

Зависимость  $T = f(t; \tau)$  получаем в виде степенной зависимости:

$$T = 0,031 \cdot t^{1,16} \cdot \tau^{0,42}. \quad (1)$$

Из уравнения видно, что:

- зависимость стойкости режущего инструмента от температуры нагрева масла почти пропорциональна (показатель степени близок к 1);
- зависимость стойкости режущего инструмента от времени выдержки выражена слабее.

На рис. 1 приведены графики зависимости  $T = f(t, \tau)$  полученные методом аппроксимации. Также нанесены результаты экспериментов ( $\times$ ). Погрешность определения стойкости по формуле (1) находится в пределах 3–4 %.

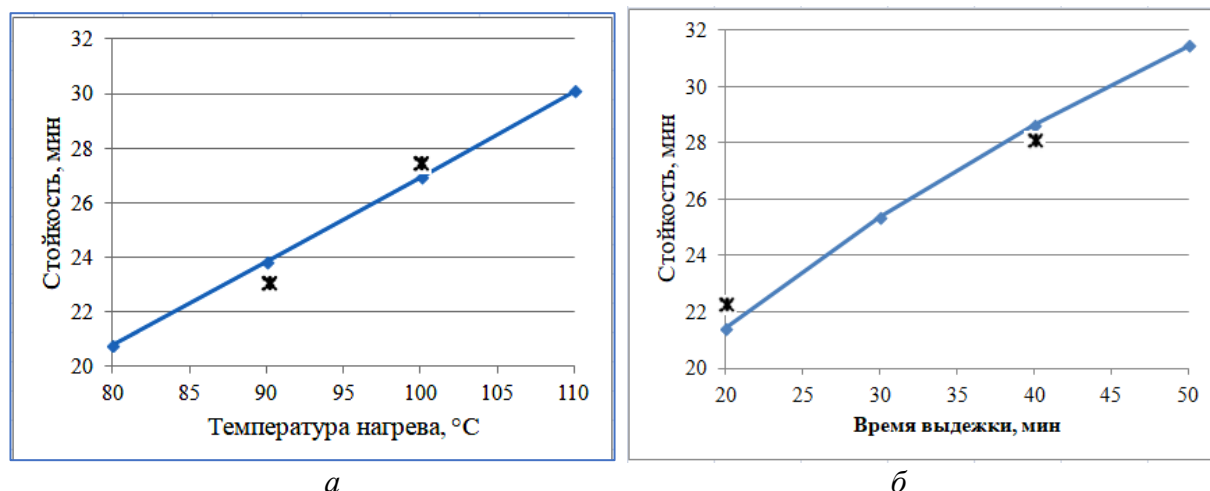


Рис. 1. Зависимости стойкости режущего инструмента:  
 а – от температуры нагрева масла при времени выдержки 30 мин;  
 б – от времени выдержки при температуре нагрева масла 95 °C

Применение обработки быстрорежущего инструмента в горячем масле открывает возможности значительного повышения стойкости инструмента и производительности труда на операциях, отличающихся сложными условиями резания металлов. Следует учесть, что масло индустриальное широко применяется на предприятиях. Это позволяет при внедрении данной технологии повышения стойкости инструмента избежать трудностей, возникающих при освоении нового технологического процесса, а во многих случаях использовать имеющиеся аппараты и приспособления.

#### Библиографический список

1. Пегашкин, В. Ф. Выбор инструментального материала для обработки деталей из закаленных сталей // *Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент*. – 1980. – № 4. – с. 5–7.
2. Брякунов, С. В. Повышение работоспособности лезвийного инструмента / С. В. Брякунов, Ю. Н. Жуков, И. Н. Тихонов // *Вестник машиностроения*. – 2018. – № 11. – С. 62–64.
3. Безъязычный, В. Ф. Назначение технологических условий обработки деталей с учетом износостойкости покрытий / В.Ф. Безъязычный, Р. Н. Фоменко // *Технология машиностроения*. – 2017. – № 12. – С. 13–18.
4. Егоров, С. А. Влияние парообразных смазочно-охлаждающих технологических средств на износ режущего инструмента / С. А. Егоров, М. С. Обронов // *Вестник машиностроения*. – 2018. – № 1. – С. 82–84.

## О СТЕНДЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ ОПОРНО-ПОВОРОТНЫХ УСТРОЙСТВ

Сорока Никита Владимирович  
E-mail: [sn09@mail.ru](mailto:sn09@mail.ru)

АО «НПК «Уралвагонзавод» имени Ф.Э. Дзержинского,  
конструкторское бюро механизации и автоматизации производства  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье описана конструкция стенда для проверки момента сопротивления вращению опорно-поворотных устройств и других упорных подшипников больших диаметров. Показаны преимущества разработанного стенда. Стенд предназначен для определения зависимости величины момента сопротивления вращению от величины угла поворота вращающегося кольца опорно-поворотного устройства относительно его неподвижного кольца. Назначение стенда: повышение качества изготовления и сборки опорно-поворотных устройств.

**Ключевые слова.** Опорно-поворотное устройство, момент сопротивления вращению, стендовые испытания.

Постоянное повышение требований к качеству, надежности и долговечности выпускаемой продукции, рост сложности современной техники, создание новых видов продукции вызвали повышение внимания, уделяемого вопросам организации и проведения проверок и испытаний.

Под проверками и испытаниями понимают специально организованные и поставленные эксперименты с целью получения информации о состоянии объекта испытаний и особенностях его функционирования в определенных, заранее заданных условиях. Эксперименты могут выполняться на стендах, в натуральных условиях и на комплексах математического моделирования [1].

При постановке на производство перспективной техники, а также усовершенствовании серийных изделий требуется проведение проверок и стендовых испытаний для определения соответствия узлов и агрегатов изделий требованиям нормативно-технической документации. Эти требования определяют необходимый уровень качества проверяемых и испытываемых изделий. Для проведения различных проверок и испытаний создается специализированное стендовое и другое технологическое оборудование, на котором обеспечивается выполнение требуемых проверок и испытаний [2].

К изделиям, требующим выполнения заданных в технических требованиях проверок и испытаний, можно отнести и опорно-поворотные устройства. Для проверки качества изготовления опорно-поворотных устройств был разработан стенд для определения момента сопротивления вращению.

Опорно-поворотное устройство представляет собой упорный подшипник специальной конструкции, имеющий большую грузоподъемность. Оно состоит из неподвижного кольца, закрепляемого на корпусе машины, и вращающегося кольца, предназначенного для закрепления с возможностью вращения на нем, вращающейся платформы на которой закреплено необходимое оборудование. Опорно-поворотные устройства широко используются в грузоподъемных кранах, экскаваторах и другой специальной технике. Поворот вращающихся колец с закрепленными на них элементами машин осуществляется с использованием специальных приводов. Так как крутящий момент, развиваемый этими приводами, ограничен, то для гарантирования их работоспособности в течении всего срока службы машины необходимо обеспечить, чтобы момент сопротивления вращению вращающихся колец не превышал крутящий момент, развиваемый приводами.

Стенд для проверки момента сопротивления вращению опорно-поворотного устройства, состоящего из неподвижного кольца 1, вращающегося кольца 2 и тел качения 3 (показан на рис. 1), содержит установочную часть 4, привод 5, блок нагружения 6, устройство для фиксации неподвижного кольца, состоящее из гидроцилиндров 7, гидравлической станции 8 и связывающих их трубопроводов, а также систему измерительно-управляющую 9.

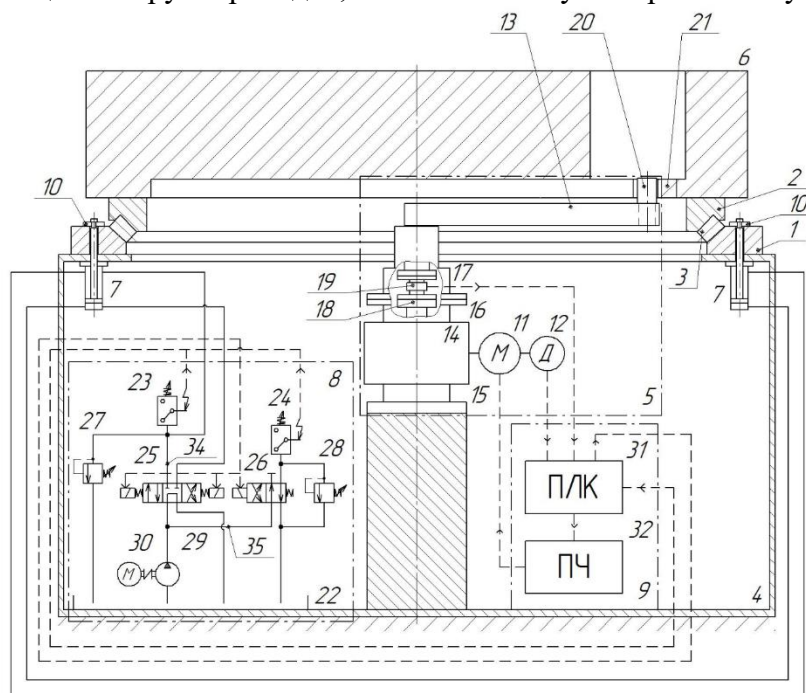


Рис. 1. Структурная схема стенда для определения момента сопротивления вращению опорно-поворотных устройств

Установочная часть 4 несет на себе все элементы стенда и предназначена для фиксации на ее верхней поверхности проверяемого опорно-поворотного устройства путем прижатия его неподвижного кольца 1 штоками 33 гидроцилиндров 7 через быстросъемные шайбы 10.

Привод 5 предназначен для вращения кольца 2 опорно-поворотного устройства через блок нагружения 6 с частотой, регулируемой системой измерительно-управляющей 9. В состав привода 5 входит электродвигатель 11 со встроенным датчиком угловых перемещений 12, предназначенным для определения угла поворота рычага 13, и соответственно, угла поворота вращающегося кольца 2 опорно-поворотного устройства относительно неподвижного кольца 1. Электродвигатель 11 присоединен к редуктору 14, содержащему два фланца: нижний фланец 15 предназначен для крепления привода 5 к установочной части 4, а к верхнему фланцу 16 крепится корпус 17, в котором расположен выходной вал редуктора 14, связанный через разгрузочную муфту 18 с датчиком крутящего момента 19, на выходящую из корпуса 17 часть которого установлен рычаг 13. На противоположном конце рычага 13 выполнено отверстие, в которое устанавливается палец 20, входящий в зацепление с вилочным упором 21, являющимся частью блока нагружения 6, предназначенного для имитации нагрузки, действующей на проверяемое изделие в реальных условиях его работы.

Гидравлическая станция 8 смонтирована на установочной части 4 и предназначена для подачи рабочей жидкости под определенным давлением к гидроцилиндрам 7, осуществляющим фиксацию неподвижного кольца 1 проверяемого опорно-поворотного устройства. Гидравлическая станция 8 содержит бак 22 с рабочей жидкостью. На баке 22 установлена контрольно-распределительная аппаратура: реле давления 23 и 24, гидрораспределители 25 и 26, предохранительные клапаны 27 и 28, насос 29, связанный с электродвигателем 30. Линия подачи рабочей жидкости от насоса 29 разделена на две ветви. Первая ветвь 34 содержит в себе гидрораспределитель 25, реле давления 23 и предохранительный



клапан 27. В состав второй ветви 35 входят гидрораспределитель 26, реле давления 24 и предохранительный клапан 28. Настройка срабатывания предохранительного клапана 28 ниже, чем настройка срабатывания предохранительного клапана 27. Поэтому, при включении в работу ветвей 34 и 35 одновременно, рабочее давление в линии подачи рабочей жидкости гидроцилиндрам 7 будет ниже, чем при работе одной ветви 34.

Система измерительно-управляющая 9 включает в себя программируемый логический контроллер (ПЛК) 31 и преобразователь частоты (ПЧ) 32. Эта система предназначена для фиксирования взаимосвязи между действующей величиной момента сопротивления вращению проверяемого опорно-поворотного устройства, измеряемого датчиком крутящего момента 19, и углом поворота вращающегося кольца 2 относительно неподвижного кольца 1, измеряемого датчиком угловых перемещений 12.

Конструкция этого стенда запатентована. Патент РФ на изобретение № 2780690 [3]. Технический результат, достигаемый от использования указанного изобретения, заключается в повышении качества изготовления опорно-поворотных устройств, достигаемом за счет установления зависимости величины момента сопротивления вращению вращающегося кольца опорно-поворотного устройства от угла его поворота относительно неподвижного кольца. Дополнительный технический результат, достигаемый от заявленного изобретения, заключается в обеспечении заданной точности измерения момента сопротивления вращению опорно-поворотного устройства. Указанный результат достигается за счет прямого измерения величины крутящего момента, передающегося вращающемуся кольцу проверяемого изделия.

#### **Выводы**

Проверка на стенде позволяет получить повышение качества изготовления опорно-поворотных устройств, достигающееся за счет установления зависимости величины момента сопротивления вращению вращающегося кольца опорно-поворотного устройства от угла его поворота относительно неподвижного кольца. Тем самым выявляются участки проверяемых изделий, на которых момент сопротивления вращению превышает заданный. Анализируя полученные данные о выявленных участках, можно сделать вывод о том, какие изменения нужно внести в технологию изготовления и сборки изделий, чтобы момент сопротивления вращению во всем диапазоне вращения не превышал заданный.

#### **Библиографический список**

1. Буздакова, Т. И. Теория и конструкция танка. Т. 10. Кн. 1. Испытания военных гусеничных машин / Т. И. Буздакова, В. В. Доронин, Ю. А. Кириллов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1989. – 232 с.
2. Сорока, Н. В. О разработке стенда для настройки и проверки работоспособности механизма ограничения тягового усилия лебедки / Н. В. Сорока // Материалы XVIII международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов «Молодежь и наука». Т. 2. – УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина, 2022. – С. 159–161.
3. Патент № 2780690 Российская Федерация, МПК G01M13/04 (2022.02) Стенд для проверки момента сопротивления вращению опорно-поворотных устройств : № 2022101560 : заявл. 25.01.2022 : опубл. 29.09.2022. – 11 с. : ил.

## РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА ПРИ ЗАПРАВКЕ БАКОВ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Черемных Олег Яковлевич, д-р техн. наук  
Пегашкин Владимир Федорович, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: [v.f.pegashkin@urfu.ru](mailto:v.f.pegashkin@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Рассмотрены причины увеличения примесей при заправке жидким водородом баков системы хранения и подготовки реагентов системы энергопитания. Установлено, что внесение нерастворенных примесей в водород происходит из тупиковых зон трубопроводов заправки и арматуры, образовавшихся элементах конструкций в процессе подготовки системы заправки к заполнению баков. Разработаны пути решения указанной проблемы. Предложены два подхода: секции трубопроводов полностью изготавливаются и вакуумируются в заводских условиях и поставляются для монтажа в готовом виде; секции трубопроводов не имеют замкнутых изоляционных полостей. Рассмотрены конструкции криогенных секций трубопровода для транспортировки высокочистых компонентов.

**Ключевые слова.** Криогенные жидкости, космические системы, жидкий водород, жидкий кислород.

Одной из причин увеличения примесей при заправке жидким водородом баков системы хранения и подготовки реагентов системы энергопитания (СХПР СЭП) является внесение нерастворенных примесей в водород из тупиковых зон трубопроводов заправки и арматуры, образовавшихся элементах конструкций в процессе подготовки системы заправки к заполнению баков.

Пути решения указанной проблемы:

- совершенствование конструкции трубопроводов заправки и арматуры;
- разработка конструкции фильтров тонкой очистки 2–3 мкм от нерастворенных примесей и технологии очистки системы от возможного внесения примесей;
- разработка конструкции адсорбера для предотвращения попадания растворенных примесей в процессе заправки жидкого водорода в баки;
- разработка технологии очистки системы от возможного попадания растворенных примесей в процессе заправки жидкого водорода в баки;
- установка средств контроля наличия примесей в системе заправки водородом баков.

Существует два основных подхода к разработке, изготовлению и монтажу криогенных трубопроводов. Первый подход – секции трубопроводов полностью изготовлены и отвакуумированы в заводских условиях и поставляются для монтажа в готовом виде. На объекте отдельные секции лишь стыкуются посредством сварных (или фланцевых) соединений. Длина секций, отвакуумированных на заводе-изготовителе, ограничена размерами транспортных средств для их перевозки (обычно 12–14 м).

Современные конструкции криогенных трубопроводов в основном базируются на вакуумно-порошковой и вакуумно-многослойной изоляции. Наибольшее распространение в заправочных криогенных системах получили конструкции трубопроводов с вакуумно-многослойной изоляцией с внутренним трубопроводом из гладких цельнотянутых или сварных труб из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Наружный кожух изготавливают из нержавеющей или углеродистой стали. Пространство между внутренней и внешней трубами (вакуумный кожух) заполняют порошком (аэрогелем) или обматывают многослойной изоляцией с последующим вакуумированием теплоизоляционного пространства.

Конструкция секции криогенного трубопровода с вакуумно-многослойной изоляцией для транспортировки (заправки) жидкого водорода высокой чистоты (порядка 99,9999 % об.) и сравнительно большой протяженности 500–1500 м представлена на рис. 1.

Секция криогенного трубопровода выполнена из двух участков 1 и 2, каждый из которых содержит внутренний трубопровод 3 и наружный кожух 4 с сильфонами 5, ограничивающими вакуумную изолирующую полость 6. Участок 1 снабжен П-образным компенсатором 7 с подвижными опорами 8. Участок 2 представляет собой прямой трубопровод и снабжен неподвижной опорой 9. Торцы П-образного участка 1 снабжены пережимными патрубками 10 для сообщения с полостями кожухов вставок 11 перед непосредственной их приваркой на месте монтажа [1].

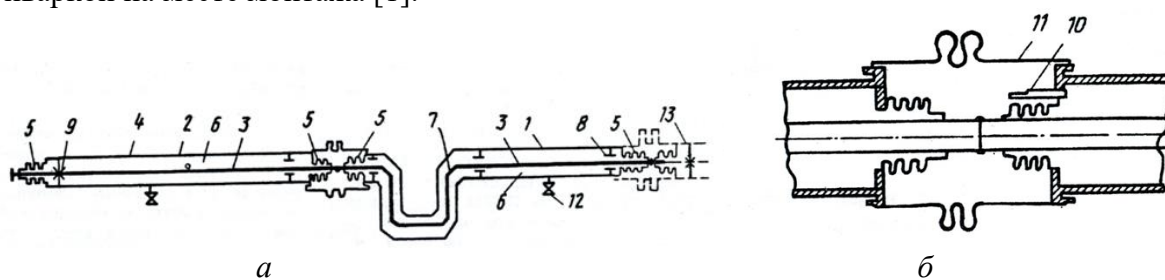


Рис. 1. Криогенная секция трубопровода для транспортировки высокочистых компонентов (водорода, кислорода): а – общий вид, б – сильфон;

- 1, 2 – участки секции трубопровода; 3 – внутренняя труба;  
 4 – наружный кожух; 5 – внутренний сильфон; 6 – вакуумная полость; 7 – компенсатор;  
 8 – подвижные опоры; 9 – неподвижная опора; 10 – пережимной патрубок;  
 11 – компенсационная вставка

Предложенная конструкция перспективна для передачи по трубопроводам криогенных компонентов (водорода и кислорода) особой чистоты, используемого в системах энергоснабжения космических, морских и других объектов, т. к. позволяет избежать накопления сторонних примесей в гофрах сильфонов или в лабиринтных уплотнениях заправочных систем.

Второй подход к созданию криогенных коммуникаций – секции трубопроводов не имеют замкнутых изоляционных полостей. Отдельные секции сваривают друг с другом на месте монтажа с получением более длинных (до 50–100 м) участков автономными изоляционными полостями. Вакуумирование таких полостей производят на объекте после монтажа трубопроводов, что требует наличия на объекте большого числа вакуумного оборудования или значительного времени [2].

Несмотря на большое количество вакуумной предохранительной арматуры, первый подход в условиях стартового комплекса следует признать более предпочтительным.

Заправку баков СХПР СЭП космического объекта необходимо осуществлять компонентами топлива, очищенными от механических примесей твердых частиц до требуемой чистоты. Степень очистки на входе в баки задается исходными данными на создание стартового комплекса. В отличие от высококипящих компонентов криогенные компоненты перед заправкой топлива должны быть очищены не только от обычных механических частиц, но и частиц, образующихся при отверждении газообразных при нормальных температурах веществ, растворенных при определенных условиях в компоненте. Растворимость этих газов в криогенных продуктах зависит от температуры и давления, при изменении которых они частично выпадают в осадок.

Обычно в заправочных криогенных системах фильтры устанавливают в двух местах: на выходе из хранилища (с размером ячейки 20 мкм для водорода и 40–20 мкм для кислорода) минимальном расстоянии от входа в баки – 3–5 мкм.

При необходимости фильтрации жидкого водорода и кислорода от частиц размером менее 20 мкм применяют выпускаемые промышленностью металлические пористые ленты, полученные из порошков прессованием или прокаткой с последующим спеканием (типа

ФНС), а также используют фильтры из пористого фторопласта (типа ФЭП) и волокнистых тканей Петрянова (типа ФПП). При достаточном ресурсе работы такие фильтры обеспечивают мягкость фильтрации криогенных жидкостей до 2–5 мкм.

Размеры фильтров определяют гидравлическим расчетом на основании данных о допустимом перепаде давления и гидравлических характеристиках фильтровальных материалов, а также их ресурсных данных.

Очистка от растворенных примесей в жидком водороде осуществляется тремя основными методами.

1. Адсорбционная очистка. Данный метод применяется для очистки водорода, полученного в результате реакции с участием водяного пара. Водородосодержащая газовая смесь проходит через растворы щелочи или моноэтаноламина, поглощающих в основном CO<sub>2</sub>, или молекулярные сита с селективной адсорбцией. Очистка таким методом экономически выгодна до 97 % об.

2. Криогенная очистка. В основе криогенной очистки лежит метод глубокого охлаждения смеси газов. При температуре кипения жидкого азота 77 К конденсируются все углеводороды в водородсодержащейся газовой смеси, несконденсировавшийся газ (водород) отделяется от конденсата в сепараторе и подается на турбокомпрессоры для закачки в баллоны. Чистота водорода, полученного таким методом, может быть на уровне 99,99 % об.

3. Диффузионная очистка. Метод основан на использовании селективных свойств тонких мембран из различных материалов. Для получения сверхчистого водорода применяют в настоящее время сплавы на основе палладия. При повышенных температурах (300–600 °С) и избыточном давлении водорода сплав становится проницаемым для водорода и практически непроницаемым для остальных газов. Возможная чистота полученного водорода 99,9999 % об. Метод диффузионной очистки является наиболее подходящим для получения высокочистого водорода как топлива для электрохимического генератора со щелочным электролитом.

Для контроля подготовки коммуникаций и емкостей баков систем заправки жидким водородом и кислородом на стартовом комплексе и подачи высокочистых газообразных реагентов на ЭХГ в монтажно-испытательном корпусе орбитального корабля (ОК) были разработаны и применены впервые информационно-управляющие системы: система контроля водорода и система контроля окислителя. Использование этих приборов (систем), построенных на принципе хроматографии, позволяет одной системой контролировать азотную и водородную подготовку к заправке и дистанционно передавать информацию на командный пункт управления заправкой компонентами баков СЭП ОК. С помощью этих систем измеряют концентрации примесей: азота и кислорода в водороде; азота и аргона в кислороде; водорода в азоте; кислорода в азоте.

Для контроля чистоты жидкого водорода и жидкого кислорода в резервуарах-хранилищах при длительном хранении криогенных компонентов в емкостях были разработаны и применены хроматографические системы ХТМ-73К для анализа примесей по четырем компонентам в жидком кислороде; ХТМ-73В для анализа примесей по четырем компонентам в жидком водороде; ХТМ-761К для анализа примесей в жидком кислороде по двенадцати примесям; ХТМ-761В для анализа примесей в жидком водороде по двенадцати примесям.

#### Библиографический список

1. Секция заправочного трубопровода для криогенных продуктов особой чистоты : пат. 2035001, РФ, А16L 39/04 / Черемных О. Я. [и др.]. Заявл. 07.04.83 ; опубл. 10.05.85, Бюл. № 13. 5 с.
2. Кряковкин, В. П. Криогенные трубопроводы: от разработки до ввода в эксплуатацию / В. П. Кряковкин, Т. И. Клеблеев, А. Б. Ленский // Технические газы. – 2014. – № 4. – С. 67–72.

# **МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

# ВДУВАНИЕ В ДОМЕННУЮ ПЕЧЬ ЗАРАНЕЕ НАГРЕТОГО ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ВМЕСТЕ С ДИСПЕРСНЫМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМ СЫРЬЕМ

Антонов Никита Андреевич, студент  
Пыхтеева Ксения Борисовна, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: [antonov-nikita-99@mail.ru](mailto:antonov-nikita-99@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Приведены показатели анализа и обоснование необходимости вдувания в горн заранее нагретого пылеугольного горючего и оксидов железа – колошниковой и аспирационной пылей. Использование именно этого железорудного сырья обосновано желанием утилизировать отходы газоочистки на разных этапах производства и экономией на подготовке сырья. Определен эффект этих действий на показатели доменной плавки при изменениях дутьевых режимов работы печи, главным образом на расход кокса и производительность.

**Ключевые слова.** Доменная печь, колошниковая пыль, аспирационная пыль, пылеугольное топливо (ПУТ), производительность, расход кокса и условного топлива, пылевидное железосодержащее сырье, теплообмен, рециклинг, подготовительный нагрев ПУТ.

В связи с переходом доменных печей на технологию работы с ПУТ и природным газом главной целью является обнаружение резервов увеличения ее результативности, к которым относятся предварительный нагрев твердого топлива и использование пылевидных оксидов железа ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) для совместного вдувания с ПУТ [1].

Вдувание с помощью фурменных приборов холодного топлива требует крупных потерь энергии на ее нагревание в печи. Экономический эффект от вдувания в доменной печи нагретой топливной добавки достигается путем внесения в печь добавочного физического тепла, увеличения целостности горения, снижения внешних тепловых затрат и расхода кокса на их покрытия [2]. Необходимо оценить изменения в тепловой работе доменной печи и ее технико-экономические показатели с учетом вдувания в горн повышенного количества предварительно нагретого ПУТ и пылевидных отходов, таких как аспирационная и колошниковая пыли.

В этом анализе в роли первоначального варианта расчета использована работа доменной печи № 6 объемом  $2200 \text{ м}^3$  ЕВРАЗ НТМК в 2020 г. С наибольшими значениями расхода вдуваемого ПУТ и производства продукции при минимальном расходе кокса. Расчет выполнен для следующих условий работы: расход дутья  $\sim 4300 \text{ м}^3/\text{мин}$ ; концентрация кислорода в дутье 30 %; температура дутья ( $T_{\text{дуть}}$ )  $\sim 1180 \text{ }^\circ\text{C}$ ; расход ПУТ  $\sim 21 \text{ т/час}$ ; содержание железа в шихте  $\sim 55\text{--}56 \text{ \%}$ . Сравнение же этой вариации будет с использованием тех же параметров, но с большим расходом ПУТ до  $145 \text{ кг/т}$  чугуна для того, чтобы подогрев топлива имел больший эффект. А также вдувание одной вариации пыли или их смеси в размерах равных до  $180 \text{ кг/т}$  чугуна. Естественно, количество шихты, подаваемой сверху, будет корректироваться по количеству прихода железа с фурменной зоны.

Увеличение количества ПУТ приведет к повышению рудной нагрузки на кокс в доменной печи и, таким образом, к нарушению газопроницаемости слоев шихты в «сухой» зоне, что негативно влияет на ход восстановительных и теплообменных процессов [3]. В свою очередь, вдувание железосодержащего сырья в горн доменной печи позволит подправить отношение железорудных и коксовых слоев, т. е. понизит металлорудную нагрузку на кокс в нагружаемой шихте, тем самым увеличив газопроницаемость столба шихты (благодаря понижению количества в ней мелкой фракции) [4, 5]. Утилизация значительной доли дисперсных железорудных материалов без их предварительного окускования дает возмож-

ность снизить затраты на эти процессы. Предварительное нагревание ПУТ приведет к повышению температуры в горне, которое будет необходимо из-за вдувания пылевидного сырья, которое из-за восстановительных процессов и нагревания будет забирать некоторую часть тепла. По этой же причине целесообразно увеличить концентрацию кислорода в дутье.

В табл. 1 представлен химический состав вдуваемых через фурменные приборы материалов.

Таблица 1

Химический состав вдуваемых дисперсных материалов

Материалы, %	Fe	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mn	S	MgO	P	CaO	Zn	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Аспирационная пыль	58,98	0,461	0,25	0,219	1,482	0,013	3,64	0,20	1,272	1,525
Колошниковая пыль	44,56	0,54	0,35	0,160	3,73	0,030	5,92	0,28	2,35	3,62
Шламы КЦ	66,94	0,31	0,38	0,037	2,08	0,030	3,23	–	–	0,957

Помимо представленного химического состава имеются следы никеля, хрома, меди, свинца и щелочей. Основность пылей равна 1,60 для аспирационной пыли, 1,03 для колошниковой пыли, основность шламов КЦ 3,25. Также содержание химических элементов достаточно сильно варьируются: Fe – 52,7–68,4 %; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,410–0,580 %; Mn – 0,18–0,47 %; MgO – 0,43–2,67 %; Zn – 0,06–0,38 % для аспирационной пыли; Fe – 40,58–50,38 %; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,400–0,690 %; Mn – 0,15–0,53 %; MgO – 1,72–4,61 %; Zn – 0,02–0,38 % для колошниковой пыли. Для шламов КЦ Fe – 64,7–70,8 %; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,230–0,420 %; Mn – 0,28–0,48 %; MgO – 1,68–2,60 %. Помимо прочего, шламы необходимо измельчать, т. к. они имеют структуру комков пыли. Эти обстоятельства дополнительно усложняют использование пыли в качестве сырья для плавки в доменной печи, поэтому требуется специальное усреднение химсостава. Также из минусов использования – это наличие повышенного содержания серы и фосфора, присутствие цинка и титана, которые являются вредными примесями для работы печи.

Рациональной температурой нагрева ПУТ является 400 °С, т. к. это максимальная температура, при которой возможно вдувание без каких-либо осложнений со стороны эксплуатации оборудования. Результаты подсчета показали, что при постоянном расходе ПУТ его предварительный подогрев на каждые 100 °С перед вдуванием в горн позволит сократить расходы кокса на 0,7 кг/т чугуна и условного топлива на 1,3 кг/т чугуна, при этом производительность печи повысится на 0,75 %. Вдувание в горн предварительно нагретого пылеугольного топлива приводит к возрастанию температуры фурменной зоны (на каждые 100 °С повышения температуры ПУТ на 14 °С повышается температура фурменной зоны) [6].

Вдувание пылевидных железорудных материалов с подогретым ПУТ и увеличенным количеством кислорода в дутье, несмотря на увеличение расхода условного топлива на 1 % на каждый процент O<sub>2</sub>, позволяет повысить производительность печи на 2,6 % [6], сохранить рациональные показатели рудной нагрузки в «сухой» зоне печи, газопроницаемости этой зоны и удельного расхода кокса путем вдувания дополнительного количества ПУТ, понизить степень прямого восстановления на 1 % на каждый процент O<sub>2</sub> (за счет уменьшения количества невосстановленного железа), увеличить объемы выхода колошникового газа (на 1 %), а также теплоту сгорания колошникового газа (на 2–3 %) на каждый процент O<sub>2</sub>.

По итогу, благодаря использованию увеличенного количества подогретого ПУТ и смеси колошниковой и аспирационной пылей, можно достигнуть увеличения производи-

тельности до 3,8 %, уменьшения прямого восстановления до 1,5 %, повышения газопроницаемости, выдержки рудной нагрузки на том же уровне. Также позволит использовать дешевый железорудный материал, экономя на подготовке сырья и утилизации отходов.

#### Библиографический список

1. Тепловая работа и перспективные конструкции шахты и металлоприемника доменной печи при применении пылеугольного топлива / В. И. Большаков, А. В. Бородулин, А. Л. Чайка [и др.] // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2014. – № 3. – С. 106–110.
2. К вопросу повышения эффективности использования топливных добавок в доменном производстве / А. В. Бородулин, А. Л. Чайка, А. А. Сохацкий [и др.] // *Исследования и разработки. Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*. – 2010. – Вып. 21. – С. 67–74.
3. Исследования по вдуванию железорудной мелочи в доменную печь / Г. В. Гуденау, Ш. Випперманн, В. П. Московчук // *Сталь*. – 1996. – № 2. – С. 9–11.
4. Вдувание железосодержащего рудного сырья в фурмы доменных печей расширяет возможности доменного процесса / И. Ф. Курунов, Д. Н. Тихонов, А. Н. Савчук // *ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия»*. – 2003. – № 3. – С. 23–35.
5. Исследования влияния вдувания в горн пылевидных оксидов железа и предварительно нагретого пылеугольного топлива на показатели тепловой работы доменной печи / А. В. Бородулин, А. А. Сохацкий, Б. В. Корнилов // *Институт черной металлургии имени З. И. Некрасова НАН Украины (ИЧМ им. З. И. Некрасова НАНУ)*. – 2016. – № 2. – С. 48–53.
6. Повышение энергоэффективности доменной печи путем вдувания предварительно нагретого ПУТ с оксидами железа / А. А. Москалина, А. Л. Чайка, Б. В. Корнилов [и др.] // *Сталь*. – 2021. – № 7. – С. 8–13.



## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ФАСОННО-ЛИТЕЙНОМ ЦЕХЕ ЕВРАЗ НТМК

Борисов<sup>1</sup> Сергей Владимирович, главный специалист УГМ ЕВРАЗ НТМК

Пионткевич<sup>2</sup> Марина Владимировна, старший преподаватель

Воробьев<sup>2</sup> Данил Алексеевич, студент

Замараев<sup>2</sup> Евгений Александрович, студент

Карташов<sup>2</sup> Иван Александрович, студент

Картунов<sup>2</sup> Максим Алексеевич, студент

E-mail: [marina.piontkevich@urfu.ru](mailto:marina.piontkevich@urfu.ru)

1 – АО «ЕВРАЗ НТМК»

2 – НТИ (филиал) УрФУ

г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Охлаждение водой используется в металлургии ровно столько, сколько существует сама металлургия. Большинство современных технологий предполагает замкнутый цикл использования водяного проточного охлаждения. Мы предлагаем проект по рационализации использования тепловой энергии в цехе.

**Ключевые слова.** Энергосбережение, тепловая энергия, сокращение расходов.

Фасонно-литейный цех – один из старейших цехов ЕВРАЗ НТМК, в 2023 г. ему исполнилось 85 лет. Он входит в состав управления главного механика. Цех обеспечивает производство литыми изделиями, литой заготовкой, поковкой и вырезкой листового металла. Он включает в себя участок стального, чугунного и цветного литья, кузнечный участок, участок металлоконструкций и участок помола ванадиевого шлака.

В настоящее время в цехе реализуется ряд проектов по повышению производительности труда и качества готовой продукции, например, применение холодно-твердеющих смесей при формовке, 3d-печать литейных форм, автоматизация порезки строительного проката.

В рамках работы над проектом «Моделирование технологий энерго- и ресурсосбережения» нашей команде предстояло найти потери энергии или ресурсов и предложить решения их рационального использования.

В ходе экскурсии в фасонно-литейный цех наша команда, кроме современных производственных участков и линий, увидела и нерациональное использование ресурсов. Например, вода, охлаждающая плавильный агрегат дуговой сталеплавильной печи, сбрасывается в градирню, не совершая никакой полезной работы. А между тем, на обогрев Административно-бытового комплекса цеха, который находится буквально в паре метров, поступает вода с ТЭЦ ЕВРАЗ НТМК.

Нами предложен проект по рационализации использования тепловой энергии в цехе.

Создание замкнутой системы использования горячей воды с дуговой сталеплавильной печи для обогрева Административно-бытового комплекса фасонно-литейного цеха позволит снизить затраты цеха на отопление.

Для этого необходимо с помощью рекуператора подогревать воду с дуговой сталеплавильной печи, имеющую на выходе температуру с 61 до 81 °С, используя отходящие печные газы этой же дуговой сталеплавильной печи.

После обогрева Административно-бытового комплекса вода будет возвращаться в цех и может быть использована для отопления помещения цеха, одновременно охлаждаясь минимум до 20 °С, и только после этого будет сливаться в отстойник. В отстойнике часть взвесей будет оседать, и вода будет использоваться повторно для охлаждения печи.

Кроме этого мы предлагаем установить дополнительный теплообменник, с помощью которого можно будет подогреть хозяйственно-питьевую воду для бытовых нужд, что позволит получить частичную автономность от ТЭЦ ЕВРАЗ НТМК и снизить расходы.

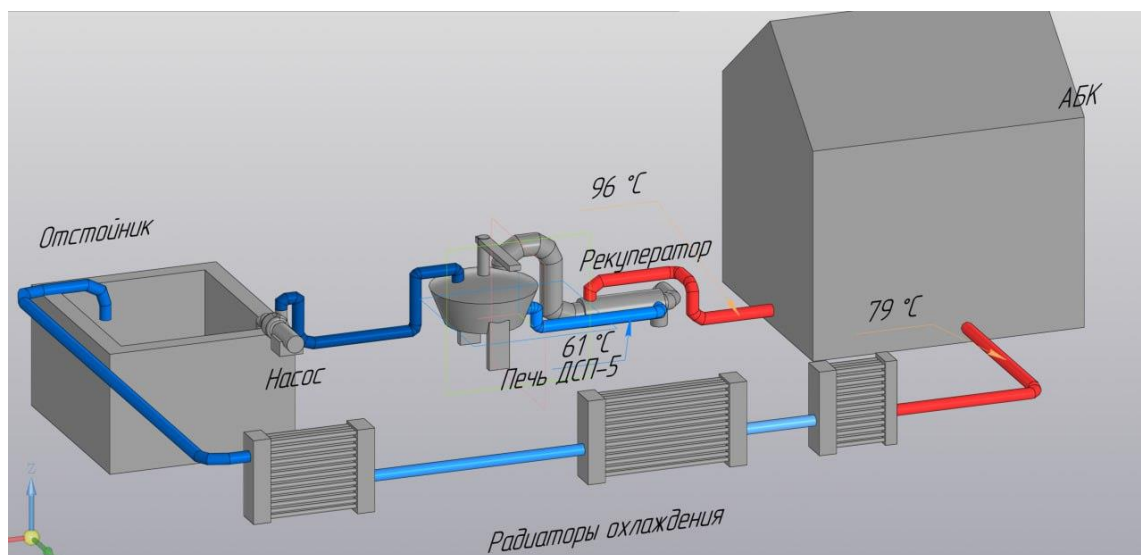


Рис. 1. Схема предлагаемой замкнутой системы

На первом этапе мы рассчитали необходимую мощность рекуператора, рассчитав количество тепла, необходимого для нагрева воды до 96 °С по формуле [1]:

$$Q = c1m1(t1_2 - t1_1) \quad (1)$$

$$c1 = 4,2 \text{ (кДж/(кг} \cdot \text{°C))}$$

$$m1 = 6 \text{ (т/ч)} = 6000 \text{ (кг/ч)}$$

– рассчитали теплоемкость (2)

$$t1_2 - t1_1 = 96 - 60 = 36(\text{°C}) \quad (2)$$

– разницу температур вход-выход (3)

$$Q = 6000 \cdot 4,2 \cdot 36 = 907\,200 \text{ (кДж/ч)} \quad (3)$$

– необходимое количество тепла (4)

$$P = Q/i \quad i = 3,6 \text{ (кДж/ч)} \quad (4)$$

и получили мощность рекуператора (5)

$$P = 252\,000 \text{ (Вт)} \quad (5)$$

После расчета мощности мы рассчитали площадь поверхности рекуператора для данной мощности (6, 7):

$$P = f \cdot k \cdot \Delta T \quad (6)$$

$$f = \frac{P}{k \cdot \Delta T} \text{ (M}^2\text{)} \quad (7)$$

$$t2 = \frac{Q}{m2 \cdot c2}$$

$$m2 = 32000 \text{ (кг/ч)}$$

$$c2 = 1,6 \text{ (кДж/(кг} \cdot \text{°C))}$$

$$t2 = 17,725 \text{ (°C)}$$

$$t2_1 = 800 \text{ (°C)}$$

$$\Delta t2 = t2_1 - t2_2$$

$$t2_2 = t2_1 - \Delta t2 = 800 - 17,725 = 782,275 \text{ (°C)}$$

$$T = \frac{(t_{2_1} - t_{1_2}) - (t_{2_2} - t_{1_1})}{\ln\left(\frac{t_{2_1} - t_{1_2}}{t_{2_2} - t_{1_1}}\right)} = 713,098$$

– тепловой напор (8)

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{6}{b} + \frac{1}{a_2}} \quad (8)$$

$$a_1 = 50, a_2 = 500, \sigma = 0,004(\text{м}), b = 63(\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}))$$

$$k = 45.324 \text{ (Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}))$$

– площадь теплообменника (9)

$$f = P / (T * k)$$

$$f = 7,8 \text{ (м}^2\text{)} \quad (9)$$

– длина труб рекуператора (10)

$$l = 2(\text{м}) \quad (10)$$

– диаметр трубок рекуператора [11]

$$d = \frac{f}{\pi * l * 100} = 0,0124 \text{ (м)} \quad (11)$$

Затраты калорий на отопление ФЛЦ на сегодняшний день составляют 17 523 Гкал. Из них 7 936 Гкал уходит на отопление Административно-бытового комплекса площадью 500 м<sup>2</sup>.

Так как печь работает 12 часов мы можем сэкономить только половину от затраченных калорий на АБК, т. е. 3968 Гкал, что составляет 22 % от общих затрат на отопление ФЛЦ.

Мы рассчитали бюджет внедрения нашего предложения.

Таблица 1

Бюджет проекта

№	Наименование расходов	Стоимость единицы (в рублях)	Количество единиц	Общая стоимость
1	Труба ВГП 100	658	100	65800
2	Вентили стальные запорные	11604	4	46416
3	Радиатор SHUFT WHR 1000×500 – 3	60000	3	180000
4	Рекуператор	150000	1	150000
5	СМР и ПНР (ООО «Ремсервис НТ»)	375000	1	375000
6	Термодатчик	3750	1	3750
7	Тройники	6900	2	13800
8	Электромагнитные клапаны	109000	4	436000
Итоговая стоимость				1270766

В случае внедрения нашего предложения в Фасонно-литейном цехе ЕВРАЗ НТМК станут:

1. Снижение расходов на отопление Административно-бытового комплекса и цеха.
2. В зимний период – отопление АБК.
3. В летний период – подогрев холодной воды для хозяйственно-бытовых нужд.

## ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КАЛИБРУЮЩЕГО ПОЯСКА ДЛЯ ПОЛОСОБУЛЬБОВОГО ПРОФИЛЯ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Внуков Илья Анатольевич, студент  
E-mail: [ilya.a.vnukov@gmail.com](mailto:ilya.a.vnukov@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Современные методы проектирования технологических процессов обработки металлов давлением неразрывно связаны с моделированием с помощью программных пакетов для анализа деформированного состояния изготавливаемого изделия. Данный анализ, в свою очередь, позволяет выявить возможные ошибки в процессе, способные привести к неизбежному браку, и внести необходимые коррективы для получения изделий, обладающих необходимыми свойствами. В данной статье рассматривается проблема, затрагивающая изготовление тонкостенных профилей со сложной геометрией методом прямого прессования, а также приводится сравнение двух методик расчета длины калибрующего пояска для пресс-матриц, обладающих несимметричными элементами непрямоугольной формы, на примере полособульбового профиля из титанового сплава. Сравнение проведено с выполнением моделирования при помощи программного обеспечения *QForm*, разработанного компанией «КванторФорм». На основе результатов моделирования сделан вывод о выборе методики расчета, позволяющей получить изделие требуемой геометрии непосредственно на стадии прессования. Проведенная работа призвана определить рекомендуемый к использованию метод расчета калибрующего пояска при проектировании пресс-матриц для изготовления профилей сложной формы, что позволяет снизить вероятность возникновения брака на стадии операции прессования благодаря рациональному проектированию инструмента.

**Ключевые слова.** Обработка металлов давлением, прессование, пресс-матрица, полособульбовый профиль, калибрующий поясок.

В настоящее время не теряет актуальности проблема получения методом прямого прессования из цветных металлов бездефектных изделий, соответствующих требованиям к геометрии, химическому составу, механическим свойствам. Возможность придать изделию необходимые свойства напрямую зависит от параметров операции, в особенности от конфигурации прессового инструмента [1–4].

Целью работы является выбор методики расчета калибрующего пояска для тонкостенных профилей, обладающих элементами не приближенной к прямоугольнику формы, на примере полособульбового профиля. Для проведения анализа с помощью моделирования используется программный пакет *QForm 2D/3D*, разработанный российской компанией «КванторФорм».

При моделировании использовался титановый сплав ПТ-3В при температуре прессования 1100 °С. В качестве моделируемого изделия был использован полособульбовый профиль № 12 согласно ГОСТ 21937–76 (высота полособульба  $120 \pm 1,5$  мм, ширина полки  $30 \pm 0,5$  мм, толщина стенки  $6,5 \text{ мм} \pm 0,5$  мм, радиусы закруглений 5 мм).

Для расчета длины калибрующего пояска матрицы, предназначенного для придания изготавливаемому изделию точной геометрии и облегчения истечения металла в матрице, предложено множество методик. В работе [5] предложено разбиение сечения профиля на несколько прямоугольных участков. При этом для одного из них задается эффективная длина пояска, и расчет производится на основе рекомендации о том, что эффективные длины поясков на разных участках должны быть обратно пропорциональны их периметрам.

Такой метод может быть не оптимален при изготовлении полособульбовых профилей, обладающих стенкой, не описываемой прямоугольной формой. Согласно такой методике, заданная длина для участка, характеризующего стенку профиля, составила 3 мм, а рассчитанная длина для полки составила 6 мм. При проведении моделирования было обнаружено, что в области «бульбы» профиля металл протекал значительно быстрее полки, в связи с чем упирался в направляющую трубу. Полка замялась, что привело к недопрессовке. На рис. 1 представлено примененное разбиение сечения профиля (а) и результат моделирования с использованием полученной матрицы (б).

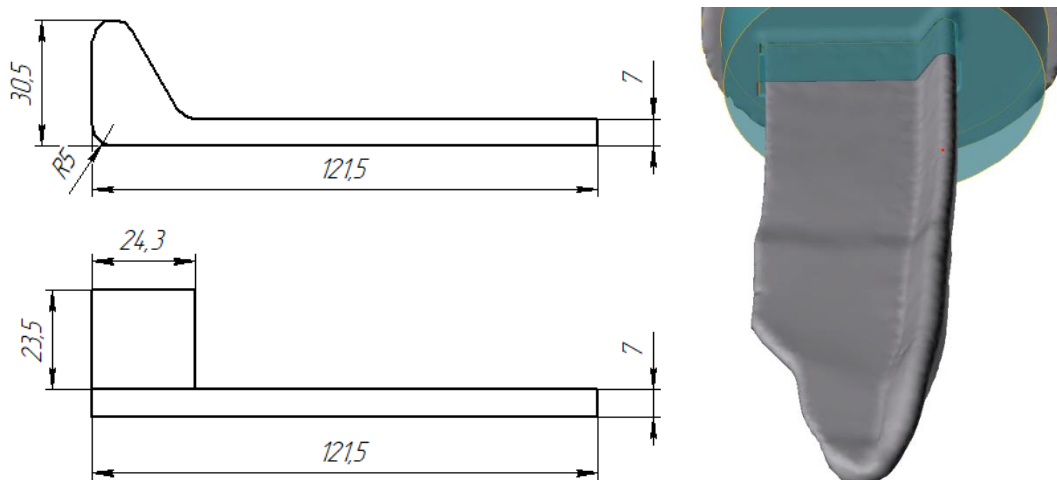


Рис. 1. Разбиение сечения профиля на прямоугольные элементы (слева) и последующее моделирование спроектированной матрицы (справа)

Была рассмотрена также другая методика, характеризующаяся разбивкой профиля на участок прямоугольной формы и участок, описывающий полку профиля, содержащую контур «бульбы». Для определения периметров и площадей полученных участков было использовано программное обеспечение КОМПАС-3D. Длины поясков при таком разбиении составили 3 мм для участка стенки профиля и 10 мм для полки. При проведении моделирования с использованием пресс-матрицы с длиной калибрующего пояска данных размеров было выявлено равномерное протекание металла в обоих участках. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

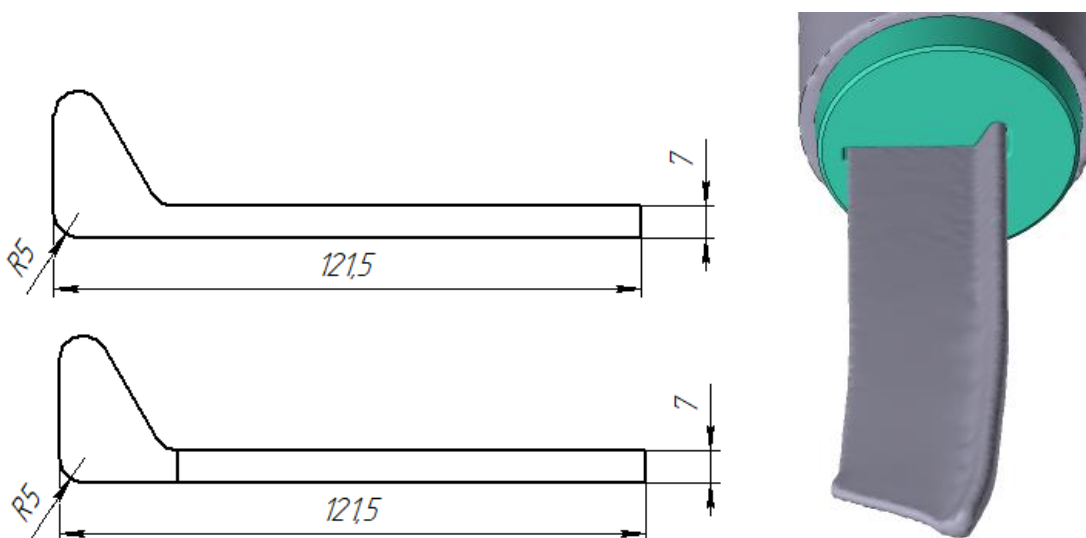


Рис. 2. Разбиение сечения профиля на элементы произвольной формы (слева) и последующее моделирование спроектированной матрицы (справа)

Таким образом, было установлено, что при расчете калибрующего пресс-изделия, обладающего полкой несимметричной, отличной от прямоугольной формы, рационально использовать разбиение на несимметричные участки, соответствующие непосредственно стенке и полке профиля.

#### Библиографический список

1. Lin, Chao An innovative extrusion die layout design approach for single-hole dies / Chao Lin, Rajesh S. Ransing. – Journal of Materials Processing Technology. – 2009. – V. 209. – P. 3416–3425.

2. Duan, Xinjian Application of finite element method in the hot extrusion of aluminium alloys / Duan Xinjian, X. Velay, T. Sheppard // Materials Science and Engineering. – 2004. – V. 369. – P. 66–75.

3. Логинов, Ю. Н. Моделирование процесса прессования трубной заготовки из титанового сплава в программе *QFORM 2D/3D* / Ю. Н. Логинов, В. В. Котов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2010. – № 12. – С. 36–40.

4. Логинов, Ю. Н. Тестирование системы *DEFORM* в режиме расчета деформаций при прессовании титана в 2D и 3D-постановках / Ю. Н. Логинов, А. А. Ершов, В. В. Котов // Титан. – 2011. – № 3. – С. 18–24.

5. Логинов, Ю. Н. Прессование как метод интенсивной деформации металлов и сплавов : учебное пособие / Ю. Н. Логинов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 156 с. – ISBN 978-5-7996-1623-6 – URL : <http://elar.urfu.ru/handle/10995/40656> (Дата обращения 07.04.2024). – Режим доступа : свободный.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОСФОРАЦИИ МЕТАЛЛА В КОНВЕРТОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОКИСЛЕННОСТИ ШЛАКА

Воробьев<sup>1</sup> Кирилл Владимирович, студент  
Шевченко<sup>1</sup> Олег Игоревич, д-р техн. наук, доц.  
Метелкин<sup>2</sup> Анатолий Алексеевич, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: [ykvnv@mail.ru](mailto:ykvnv@mail.ru)

1 – НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ  
2 – УрФУ  
г. Екатеринбург, РФ

**Аннотация.** Представлены расчеты дефосфорации металла (полупродукта) в конвертерном производстве в зависимости от окисленности шлака с использованием полимерной модели. Исследования проведены на основании производственных данных АО «ЕВРАЗ НТМК». Цель работы – получить высокоокисленный, жидкоподвижный, гомогенный шлак для успешной дефосфорации стали.

**Ключевые слова.** Дефосфорация стали, шлакообразующие материалы, кислородно-конвертерное производство, шлак, полупродукт.

Кислородно-конвертерный способ получения стали является флагманом и обеспечивает выплавку большей части мирового объема металла. В данном агрегате решаются наиболее сложные технологические задачи, такие как достижение заданных температур в конвертере, необходимого содержания углерода в стали и удаление через шлакообразование вредных примесей [1].

В конвертерном цехе № 1 АО «ЕВРАЗ НТМК» выплавляют высококачественные марки стали, в т. ч. и транспортного назначения, с жесткими ограничениями по фосфору.

Состав шлака оказывает значительное влияние на удаление фосфора из металла. В шлаке содержатся оксиды следующих групп: основные – CaO, FeO, MnO, MgO, кислотные – SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и амфотерные – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [2, 3].

Необходимо определить влияние химического состава системы оксидов на процесс дефосфорации при переделе полупродукта в конвертерном производстве стали.

Для исследований рафинирующих свойств шлака были взяты производственные данные более 80000 плавов полупродукта при переработке дуплекс-процессом в конвертерном цехе № 1 АО «ЕВРАЗ НТМК» за 2016–2018 гг., в которые входят:

- химический состав полупродукта;
- экспресс-анализ стали на повалке конвертера;
- химический состав конвертерных шлаков;
- шлакообразующие материалы, отдаваемые на плавку в конвертере;
- вес заваливаемого стального лома и заливаемого чугуна;
- вес сливаемой стали в сталеразливочном ковше.

Из массива данных были исключены плавки с додувкой.

Металло-полупродукт содержал углерод и следы Si, Mn, которые были удалены при первом переделе при деванадации чугуна, поэтому их влияние на общий прирост оксидов незначительно и учитывать их в общем балансе шлака нецелесообразно. Химический состав полупродукта представлен в табл. 1 [4].

Таблица 1

Химический состав полупродукта, масс., %

C	Si	Mn	S	P	V
3,014	0,02	0,038	0,021	0,05	0,04

Для наведения высокоосновного рафинированного шлака в начале плавки в конвертер вводят различные шлакообразующие материалы, состав которых представлен в табл. 2 [4].

Таблица 2

Состав шлакообразующих материалов, масс., %

Материалы	Содержание оксидов в материалах, %					
	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
ОКД*	2,5	51	1,5	0	0	22,5
Mn-агломерат	4	16,5	1	40	0	0
Известь	94	1,5	0,5	0	0	0
ФОМИ**	21	4	63	0	8	0

\*– обожженная кремнеземисто содержащая добавка;

\*\*– флюс обожженный магнезиально известковый.

Содержание оксидов железа в шлаке в основном зависит от содержания углерода в металле и может быть приближенно определено по формуле [5]:

$$\sum \text{FeO} = 12 + \frac{0,9}{[\text{C}]} \quad (1)$$

Обработав предоставленные данные, проведя теоретический расчет шлаков, включающий в себя шлакообразующие материалы, FeO, содержание углерода на повалке конвертера, получили средние значения химического состава шлаков, которые представлены в табл. 3 [6].

Таблица 3

Среднее значение химического состава шлаков, %

CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
40–60	5–11	5–15	1–4	2–4	15–45

Используя статистический анализ, провели оценку дефосфорирующих свойств шлака в зависимости от его химического состава. Для этого разбили состав шлака на группы: оксиды CaO, SiO<sub>2</sub>, MgO, изменяющиеся с шагом 2 %; оксиды MnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> без изменения, т. к. в процентном содержании незначительно; остальное содержание будет составлять FeO.

Таблица 4

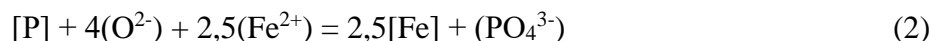
Химический состав шлака

CaO		MgO		SiO <sub>2</sub>		MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
№ п/п	%	№ п/п	%	№ п/п	%	%	%	%
1	40–42	1	5–7	1	5–7	1–4	2–4	15–45
2	42–44	2	7–9	2	7–9			
3	44–46	3	9–11	3	9–11			
4	46–48	4	11–13					
5	48–50	5	13–15					
6	50–52							
7	52–54							
8	54–56							
9	56–58							
10	58–60							



Обработав весь массив данных, получили 114 экспериментов и определили средний химический состав шлака и дефосфорирующую способность по полимерной модели, разработанной в УрФУ.

Для выявления основных факторов, влияющих на величину  $L_p$ , удобно уравнение суммарной реакции дефосфорации представить как взаимодействие фосфора металла с ионами шлака (по О. А. Есину и В. П. Гельду) [7, 8, 9]:

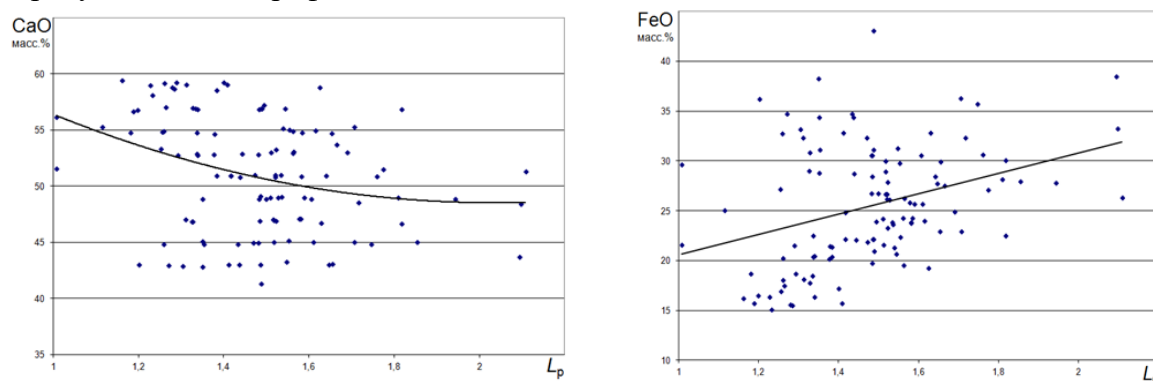


Для коэффициента распределения фосфора в полимерной модели  $L_p^{ПМ}$  примем уравнение [8, 9, 10]

$$L_p^{ПМ} = \frac{N_{PO_4^{3-}}}{[P]} = Kp[O]^{2,5} \left( \frac{N_{O^{2-}}}{\bar{K}_\Pi} \right)^{1,5} \quad (3)$$

Полученными данными по расчетам зависимости полимерной модели от состава шлака и сопоставлением с результатами каждого эксперимента подтверждается, что при увеличении значимых оксидов FeO и MnO в шлаках способность дефосфорации металла увеличивается.

Зависимости рафинирующих свойств от оксидов FeO и CaO в шлаке предоставлены на рисунках в виде графиков.



Несмотря на то что CaO является основным оксидом, при увеличении его концентрации более чем на 50 % способность дефосфорации металла снижается, т. к. полного растворения CaO не происходит, что приводит к гетерогенезации шлака и снижению рафинирующих свойств.

Наличие повышенной концентрации оксида FeO способствует разжижению извести CaO, тем самым шлак становится гомогенным и повышаются рафинирующие свойства.

Все реакции, связанные с дефосфорацией металла, являются экзотермическими и имеют значительный тепловой эффект. Характерно, что эти реакции, по крайней мере к концу окислительного рафинирования обычно достигают состояния термодинамического равновесия, о чем свидетельствует смещение реакции как в сторону окисления, так и в сторону восстановления фосфора при изменении внешних условий температуры, окисленности ванны и основности шлака. Однако имеющиеся термодинамические данные еще недостаточны для определения расчетного основного параметра процесса дефосфорации коэффициента распределения фосфора между шлаком и металлом и позволяют характеризовать процесс в основном качественно. В связи с этим в расчетах обычно пользуются данными, полученными экспериментально, прежде всего в производственных условиях. При этом за коэффициент распределения обычно принимают

$$L_p = (P_2O_5) / [P] \quad (4)$$

Максимальный коэффициент распределения  $L_p^{ПМ}$  получился при системе оксидов, представленной в табл. 5.

Таблица 5

Номера экспериментов, коэффициенты распределения и химический состав шлака

№ эксперимента			Коэффициент распределения по полимерной модели, $L_p^{ПМ}$	Коэффициент распределения $L_p$	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
5	3	2	1,941	101,146	48,889	9,454	8,533	2,051	27,804	3,262
6	2	1	2,093	108,011	51,577	8,438	5,751	1,647	29,654	2,929
6	3	2	2,107	107,978	51,377	9,246	7,844	1,928	26,348	3,249
8	2	1	2,096	113,185	55,285	8,575	5,931	2,036	25,064	3,098

### Заключение

Полученные результаты показали хорошую сходимость литературных и экспериментальных данных, что подтверждает адекватность проведенных расчетов. Основная задача дефосфорации (снижение содержания фосфора в металле до минимальных пределов) должна решаться на начальном этапе при выплавке практически любой марки стали кислородно-конвертерным способом получения стали.

### Библиографический список

1. Повышение производительности конвертеров путем оптимизации сроков ремонта оборудования / А. А. Лапинский, А. А. Метелкин, О. И. Шевченко // Сталеплавильное производство. Сталь. – ГАОУ ВО «УрФУ» (филиал) НТИ (г. Нижний Тагил, Россия), 2 ООО «ЕВРАЗ» (г. Москва, Россия).
2. Совершенствование и модернизация технологий сталеплавильного производства: (Посвящается 80-летию института) : монография / А. В. Басов [и др.] ; ред. В. А. Кудрин ; Моск. гос. вечерний металлург. ин-т. – Москва : МГВМИ, 2011. – 238 с. : ил. ; 22 см. – Авт. указаны на обороте тит. листа. – Библиогр. в конце глав. – ISBN 978-5-94475-060-0.
3. Технологические процессы производства стали : учебник для вузов / В. А. Кудрин, В. А. Шишимиров. – Москва : МГВМИ, 2011. – 303 с. : ил. ; 21,5 см. – Библиогр.: с. 303. – ISBN 978-5-94475-062-4.
4. Смирнов, Л. А. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов / Л. А. Смирнов, Ю. А. Дерябин, С. В. Шаврин. – Челябинск : Металлургия : Металлургия. Челябинское отделение, 1990. – 254, [1] с. : ил.; 21 см.; ISBN 5-229-00309-X (В пер.) : 1000 экз.
5. Дефосфорация в кислородно-конвертерном производстве стали: стратегии и моделирование // Iron and Steel Technology. – 2015. – № 4. – С. 91–102.
6. Бигеев, А. М. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали : учебник для вузов / А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Магнитогорск : МГТУ, 2000. – 544 с.
7. Новиков, В. К. Полимерная природа расплавленных шлаков : учебное пособие / В. К. Новиков, В. Н. Невидимов. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 62 с.
8. Новиков, В. К. Прогнозирование рафинирующих свойств многокомпонентных шлаковых расплавов / В. К. Новиков, В. Н. Невидимов // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – 1997. – № 1. – С. 5–10.
9. Новиков, В. К. Способы выражения основности шлаковых расплавов / В. К. Новиков // Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов : Научные сообщения VII Всесоюзной конференции. – Челябинск : ЧПИ. – Т. 3. Ч. 1. – С. 4–12.

10. Современная сталь: теория и технология : учебное пособие для вузов / О. Ю. Шешуков, И. В. Некрасов, А. А. Метелкин [и др.] ; науч. ред. М. В. Миронова ; рец.: И. В. Чуманов, В. А. Бигеев. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2020. – 399 с. : ил., табл. ; 29 см. – Библиогр.: с. 380–391. – Прил.: с. 392–398. – ISBN 978-5-9544-0104-2.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Гараджаева Юлия Анатольевна, студент  
Корчагина Елена Николаевна, студент  
E-mail: [aunt-yul@mail.ru](mailto:aunt-yul@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Литье по выплавляемым моделям – способ получения отливок в многослойных оболочковых неразъемных разовых формах, изготавливаемых с использованием выплавляемых моделей однократного использования.

Процесс литья по выплавляемым моделям включает в себя использование восковой модели как копии будущей отливки. На основе этой восковой модели создается керамическая оболочка путем многократного окунания модели в суспензию, состоящую из силикатной связки и огнеупорного порошка-наполнителя. После каждого окунания модель обсыпается огнеупорным материалом и проходит процесс сушки. В процессе работы используются суспензии разной вязкости и огнеупорного порошка разного размера зерна. Полученная керамическая оболочка с оптимальной толщиной обладает достаточной прочностью, позволяющей вытопить из нее восковую модель с использованием пара, горячей воды или методом «масса в массе».

Для достижения предельной прочности и необходимых свойств для заливки жидких металлов керамическая оболочка проходит процесс сушки и последующего обжига. Основным компонентом в процессе формирования керамической оболочки является высокотемпературное связующее вещество. Современные технологии точного литья широко используют силикатный гидрозоль (диоксид кремния). В обоих случаях связь между частицами  $\text{SiO}_2$  образуется путем их соединения с огнеупорными компонентами в процессе гелеобразования или конденсации.

Независимо от типа связки (спиртовой или водной), необходимо тщательно высушить каждый слой покрытия. Этот процесс обеспечивает высокую прочность керамической оболочки, однако она еще не готова для заливки металла из-за остающейся минерально-связанной влаги в частицах связующего вещества. Для этого требуется обжиг керамических форм.

**Ключевые слова.** Литье, выплавляемая модель, керамическая оболочка, прочность, суспензия.

Актуальность выполняемой работы заключается в анализе применения существующего связующего этилсиликата с новым связующим марки «Армосил». Целью является улучшение поверхности отливок, а также стоит задача по повышению прочности оболочки и сокращению времени изготовления огнеупорного покрытия.

Для производства керамической оболочки связующее «Армосил» тщательно смешивается с огнеупорными порошками до получения однородной суспензии. Выбор конкретной марки «Армосил» и огнеупорных материалов зависит от слоя, на который будет нанесена суспензия, а также от типа металла, для которого предназначена данная форма.

Для приготовления суспензии в бак загружается определенное количество связующего «Армосил», затем с постоянным перемешиванием постепенно добавляется наполнитель до достижения необходимой вязкости смеси. Размер частиц порошка должен находиться в диапазоне от 2 до 60 микрон.

Для первого слоя необходимо, чтобы вязкость суспензии находилась в диапазоне от 50 до 90 с, а для второго и последующих слоев – от 30 до 45 с. Рекомендуемая частота вращения крыльчатой мешалки составляет от 900 до 1500 об./мин, а время перемешивания

не должно быть менее 240 мин при частоте вращения мешалки от 1500 до 3500 об./мин. В этом случае время приготовления суспензии сокращается до 120 мин. Готовность суспензии в значительной степени зависит от оптимальной интенсивности и продолжительности перемешивания смеси. Следовательно, для достижения однородной и гомогенной системы рекомендуется проводить более продолжительное перемешивание.

После перемешивания суспензии необходимо дать ей отстояться в течение 15–20 мин перед использованием для достижения стабильной вязкости и удаления воздуха.

Применение водного связующего «Армосил» при изготовлении керамических форм улучшает качество поверхности отливки, исключая образование пригара, что часто встречается при использовании этилсиликатного связующего. Формы могут быть изготовлены целиком на основе водного связующего либо комбинированы с использованием этилсиликатного связующего.

Применение «Армосила» исключает необходимость гидролиза (что приводит к исчезновению кислот, ацетона и микрокремнезема из процесса). Это позволяет избежать пересушки форм и обеспечивает оптимальную прочность. В результате минимизируется деформация и растрескивание поверхностных слоев керамических форм, что приводит к снижению расходов на ремонт. Также отмечается отсутствие пригара на поверхности отливки, хорошая адгезия с воском и упрощенное нанесение обливочного слоя. Добавление негидролизованного этилсиликата ЭТС-40 в количестве 5–15 % от общего количества связующего в суспензии на основе «Армосила» приводит к увеличению прочности керамической оболочки.

Таким образом, время изготовления огнеупорного покрытия сокращено, чистота поверхности достигнута максимально, прочность оболочки увеличена.

#### Библиографический список

1. Инструкция по изготовлению керамических форм для литья по выплавляемым моделям на основе связующего «Армосил» / Научно-технический центр «Компас».
2. Связующее для изготовления оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям : пат. 2446910 РФ : МПК51 В22С1/18 / А. С. Максютин, Н. А. Зотов, Н. С. Петелькина ; заявитель и патентообладатель ООО «НТЦ «Компас» (RU). – № 2010154014/02 ; заявл. 28.12.2010 ; опубл. 10.04.2012.
3. Перспективы неорганических связующих на основе оксида кремния / В. К. Дубровин // 15-й съезд литейщиков. – г. Челябинск, 18–22 сентября 2019 г. – С 65–69.
4. Репях, С. И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям : монография / С. И. Репях. – Днепропетровск : Лира, 2006. – 1056 с.
5. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.compass-kazan.ru/files/Armosil\\_Instruction.pdf](http://www.compass-kazan.ru/files/Armosil_Instruction.pdf)

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОЙ ОТЛИВКИ ЛИТЬЕМ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Горбунова Дарья Сергеевна, студент  
E-mail: Dasha-nt@inbox.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье описана технология изготовления отливок литьем в песчаные стержни и литьем под давлением. Отражены недостатки и преимущества данных видов литья. Представлено компьютерное моделирование для технологии изготовления отливки «Картер» методом литья под низким давлением и описаны его результаты. Компьютерная модель технологии литья базируется на геометрических моделях отливки, литниково-питающей системы, холодильников и элементов формы. Поверхности исходной геометрической модели используются программой *LVMFlow* при симуляции технологии методом контрольных объемов, который учитывает расположение фрагментов поверхностей в ячейках расчетной сетки. Программа *LVMFlow* позволяет без натуральных экспериментов (а значит, без затрат дополнительных средств) провести оптимизацию литниковой и других систем и, следовательно, избежать многих литейных дефектов. Литье под низким давлением исключает применение крупногабаритной прибыли, что существенно снижает вес литниково-питающей системы и положительно влияет на экономию шихтовых материалов.

**Ключевые слова.** Изготовление отливок, алюминиевое литье, литейное производство, металлургия, компьютерное моделирование.

На АО «НПК «Уралвагонзавод» из алюминия изготавливают отливку «Картер» по технологии литья в песчаные формы (стержни). Данная технология имеет ряд преимуществ. Но помимо преимуществ литье в песчаные формы данной детали имеет массу недостатков.

Литье в песчаные формы до сих пор является достаточно широко применяемым методом. Основными *недостатками* такого способа литья является большая трудоемкость, невысокая производительность, низкая точность размеров, повышенная шероховатость поверхности. К наиболее существенным недостаткам относятся следующие: недостаточно хорошее качество получаемых отливок (большие припуски на механическую обработку, плохая поверхность, невысокие механические свойства), значительный брак, большой расход металла на литниковую систему [2]. К *преимуществам* можно отнести универсальность, а значит, получение отливок любой массы и сложности из литейных алюминиевых сплавов, а также относительно быстрый цикл производства.

*Главное преимущество* литья в песчаные формы – простота и дешевизна процесса изготовления отливок. Этот способ не ограничен по размерам, массе и конфигурации отливок.

В данной технологии для питания отливки используют массивную прибыль. Масса данной и литниково-питающей системы почти одинакова, что отрицательно влияет на коэффициент выхода годного. На рис. 1 изображена отливка с литниково-питающей системой и прибылью.

При этом способе литья значительно сокращается расход металла на литниковые системы, благодаря чему возрастает выход годного [1].

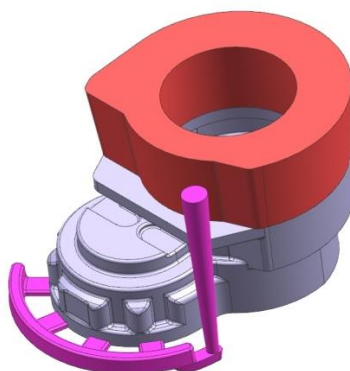


Рис. 1. Отливка «Картер» с литниково-питающей системой

Если изготавливать отливку литьем под низким давлением, то это исключит применение массивных прибылей. Для того чтобы понять, подойдет ли данный вид литья для отливки «Картер» используем компьютерное моделирование в программе *LVMFlow*.

Программа *LVMFlow* позволяет без натуральных экспериментов (а значит, без затрат дополнительных средств) провести оптимизацию литниковой и других систем и, следовательно, избежать многих литейных дефектов [3].

Компьютерная модель технологии литья базируется на геометрических моделях отливки, литниково-питающей системы, холодильников и элементов формы, которые транслируются в препроцессор САПР (система автоматизированного проектирования) литейной технологии *LVMFlow* из *3D CAD* (рис. 2).

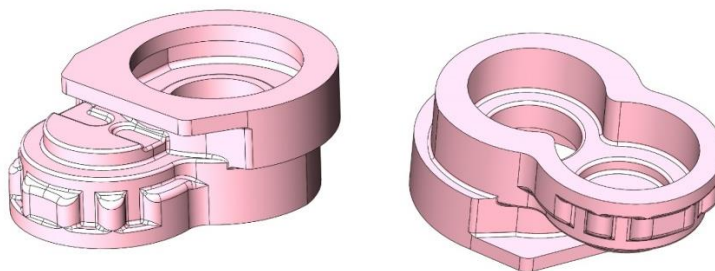


Рис. 2. 3-D модель отливки «Картер»

Поверхности исходной геометрической модели используются программой *LVMFlow* при симуляции технологии методом контрольных объемов, который учитывает расположение фрагментов поверхностей в ячейках расчетной сетки.

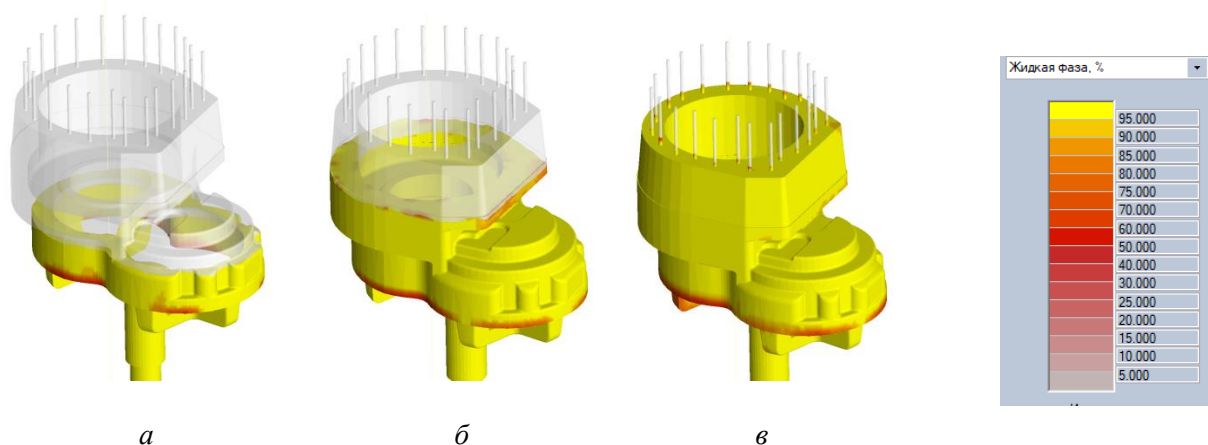
Исходные данные к компьютерному моделированию:

Температура заливки	700 °С
Масса металла в тигле	128 кг
Отливка	49,8 кг
ЛПС	26,35 кг
Масса куста	76,15 кг

К начальным условиям компьютерной модели относится начальная температура расплава (700 °С), а также начальная температура формы (20 °С).

На первом этапе анализа литейной технологии моделировали процесс заливки литейной формы. На рис. 3 показан процесс заполнения формы.





*a*

*б*

*в*

Рис. 3. Процесс заполнения формы:

*a* – 20 с после начала подачи давления, металл заполнил нижнюю часть отливки;

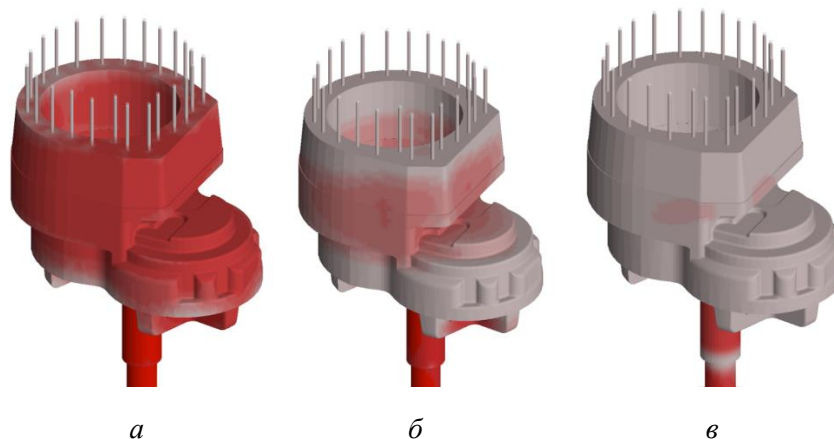
*б* – 27 с после начала подачи давления, металл заполнил форму отливки;

*в* – 40–45 с после начала подачи давления, металл заполнил всю форму

После заполнения формы давление действует на расплав, который из тигля через металло-провод поступает в затвердевающую отливку, питает ее. Благодаря этому усадочная пористость в таких отливках уменьшается, а плотность и механические свойства возрастают.

Следующий этап анализа включал моделирование процесса затвердевания металла в литейной форме и оценку дефектов усадочного характера, таких как раковины и усадочная пористость.

Спустя 14,5 мин прекращается подача давления, процесс кристаллизации продолжается (рис. 4).



*a*

*б*

*в*

Рис. 4. Процесс кристаллизации после окончания подачи давления:

*a* – 3,5 мин после окончания подачи давления – жидкой фазы около 30 %;

*б* – 11,5 мин после окончания подачи давления – жидкая фаза в тепловых узлах около 15 %;

*в* – процесс кристаллизации практически закончен

Из рис. 4, *в* видно, что после затвердевания отливки тепловые узлы еще имеют жидкую фазу, что может привести к образованию дефектов усадочного характера. Для оценки усадки рассмотрим рис. 5.



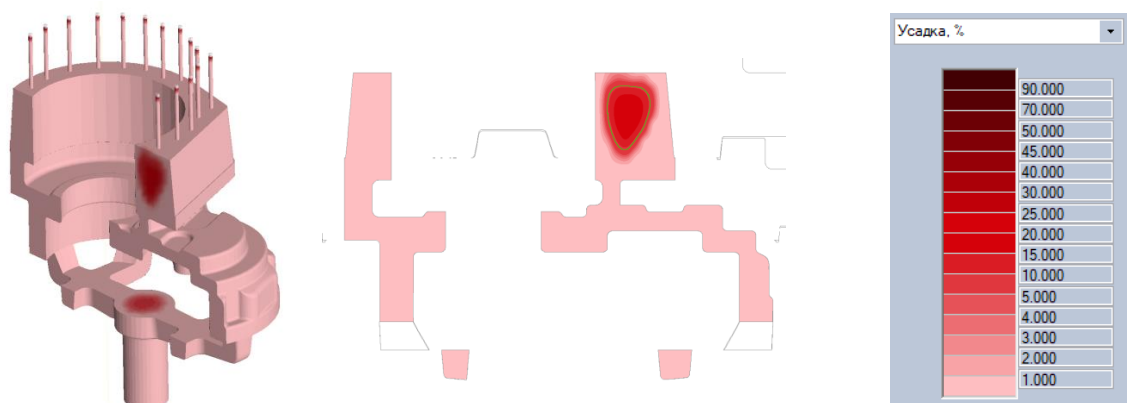


Рис. 5. Анализ усадочных дефектов

Как видно из рис. 5, усадка концентрируется в прибыли без выхода в отливку. Из этого можно сделать вывод, что прибыль работает эффективно.

В результате проведенного компьютерного моделирования для технологии изготовления отливки «Картер» методом литья под низким давлением можно сделать вывод, что предложенная технология обеспечивает высокое качество литой детали, исключает применение крупногабаритной прибыли, что существенно снижает вес литниково-питающей системы и положительно влияет на экономию шихтовых материалов (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная таблица норм расхода шихтовых материалов для производства отливок из алюминиевого сплава АК7ч

Весовые показатели	Картер в стержни, на деталь, кг	Картер под низким давлением, на деталь, кг
Вес детали	37,200	37,200
Вес отливки	49,300	49,800
Вес литников и прибылей	47,320	26,350
Вес жидкого металла	103,951	81,928

#### Библиографический список

1. Титов, Н. Д. Технологий литейного производства / Н. Д. Титов, Ю. А. Степанов. – Москва : «Машиностроение», 1974. – 472 с.
2. Казаков, Н. Ф. Технология металлов и других конструкционных материалов : учебное пособие / Н. Ф. Казаков, А. М. Осокин, А. П. Шишкова ; ред. О. А. Лукашевич. – Москва : Металлургия, 1976. – 688 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 688.
3. Агеев, М. А. *LVMFlow* – трехмерное моделирование литейных процессов / М. А. Агеев, А. Г. Рыпало, В. В. Турищев // CADmaster. – № 2(22). – 2004. – С. 38–40.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА ДЛЯ ОТЛИВОК ДЕТАЛЕЙ ДРОБЕМЕТНЫХ УСТАНОВОК

Давлетбаева<sup>1,2</sup> Татьяна Николаевна, студент НТИ, инженер  
Вавилов<sup>2</sup> Евгений Александрович, ведущий инженер  
Шевченко<sup>1</sup> Олег Игоревич, д-р техн. наук, доц.  
E-mail: [tarasova\\_8686@inbox.ru](mailto:tarasova_8686@inbox.ru)

1 – НТИ (филиал) УрФУ  
2 – АО «НПК «Уралвагонзавод»  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** При эксплуатации дробеметной установки обязательно встает вопрос износа техники, следовательно, ремонта и замены пришедших в негодность деталей. Важно выбрать запасные части и узлы подходящего качества, минимальной себестоимости. Актуальной задачей является замена деталей дробеметных установок, поступающих от ООО «Завод «Амурлитмаш» на продукцию собственного производства. В данной работе разработана и представлена технология получения износостойкого чугуна марки ИЧХ15 НТФЛ, состоящая из выплавки чугуна опытного состава в дуговой электропечи ДСТ-5, легирования ферросплавами и модифицирования в разливочном ковше [2]. Из металла опытной плавки отлита деталь «Защита» дробеочистительных аппаратов. Структура после термической обработки представлена первичными карбидами  $Me_7C_3$  в виде шестигранников,  $Me_3C$  (цементитного типа) в виде пластин, а также эвтектик на их основе и дисперсных продуктов распада переохлажденного аустенита (сорбита). Твердость составила 60–61,5 HRC, что соответствует требованиям нормативной документации.

**Ключевые слова.** Детали дробеметной установки, износостойкий чугун, легирование, модифицирование, отливка, структура, твердость.

Современному машиностроению необходимы материалы, обладающие широким спектром специальных свойств, такие как высокая прочность, износостойкость, коррозионная стойкость, жаростойкость и другие, способные обеспечить безотказную работу деталей и оборудования в различных условиях эксплуатации. Подобными свойствами обладают легированные чугуны. Процессы очистки материалов широко применяются в промышленности. Темпы развития промышленности требуют совершенствования конструкций оборудования для очистки дробью, повышения его надежности и работоспособности. Кроме того, остро стоит проблема снижения себестоимости продукции, повышения ее качества и увеличения рентабельности производства.

При эксплуатации дробеметной установки обязательно встает вопрос износа техники, следовательно, ремонта и замены пришедших в негодность деталей. Важно выбрать запасные части и узлы подходящего качества, ведь использование низкокачественных или не подходящих деталей приведет к дополнительным издержкам на ремонт, производству некачественной продукции и уменьшению производительности в целом. В качестве сплавов для узлов и деталей, работающих в условиях ударных нагрузок и абразивного износа, широкое распространение получили износостойкие хромистые чугуны [1].

Целью данной работы является замена деталей дробеметных установок, поступающих от ООО «Завод «Амурлитмаш» на продукцию собственного производства. Для этого необходимо разработать технологию получения опытной партии износостойкого чугуна марки ИЧХ15НТФЛ и оценить свойства отливок.

Таблица 1

Химический состав деталей из чугуна «Амурлитмаш», % масс.

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	V	P	S
3,79	0,98	0,44	20,1	0,127	0,033	0,016	0,038	0,026

Выплавка чугуна опытного состава проводилась в дуговой электропечи ДСТ-5. При выборе шихтованных материалов использовался передельный чугун и ферросплавы различных марок, подходящих по составу.

На стадии подготовки к опытной плавке шихта составлялась из передельного чугуна, феррохрома ФХ025А, ферромарганеца ФМн 78, после экспресс-анализа (табл. 2) произвели дополнительное легирование никелем Н-2, феррованадием ФВд50 и ферротитаном ФТи 25Б. Химический состав чугуна экспериментальной представлен в табл. 3

Таблица 2

Химический состав пробы экспресс анализа, %

C	Si	Mn	Ni	Cr	V	Ti	P	S
3,18	0,68	0,7	1,28	11,11	0,34	0,03	–	0,017

Таблица 3

Химический состав окончательной пробы, %

C	Si	Mn	Ni	Cr	V	Ti	P	S
3,18	1,1	0,5	0,58	13,7	0,189	0,06	0,095	0,017

Модифицирование осуществлено напрямую в разливочный ковш ферросиликоба-рием. Разливка произведена в просушенный 0,6-тонный ковш, температура выпускаемого металла 1591 °С. На выпуске расплава из печи был добавлен графит. Окончательный состав плавки экспериментального чугуна приведен в табл. 4. С целью проверки механических и химических свойств отливок из износостойкого чугуна была проведена серия опытных плавок. В качестве изделия для отливок выбрана деталь «Защита» для аппаратов дробеочистки.

Таблица 4

Химический состав опытного чугуна производства, % масс

Элемент, массовая доля, %	C	Si	Mn	Ni	Cr	V	S	P	Ti
Нижний предел	2,8	0,5	0,3	0,3	13,0	0,2	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,12
Верхний предел	3,2	1,2	0,9	1,0	18,0	0,6			

После кристаллизации, выбивки и обрубки отливки подвергались термической обработке: нагрев до 960±10 °С, охлаждение в масле. После этого отливки подвергались низкому отпуску (нагрев до 270±10 °С, выдержка в течении 3 ч и охлаждение на воздухе). Для получения рациональных эксплуатационных свойств исследованы два режима изотермической выдержки при максимальной температуре 2 и 4 ч.

Металлографическое исследование фрагмента отливки «Защита» (рис. 1) выявило характерную для износостойких хромистых чугунов структуру, представленную, судя по морфологии и характеру травления, первичными карбидами  $Me_7C_3$  в виде шестигранников,  $Me_3C$  (цементитного типа) в виде пластин, а также эвтектик на их основе и дисперсных продуктов распада переохлажденного аустенита (сорбита). Твердость составила 60-61,5 HRC, что соответствует требованиям к детали.

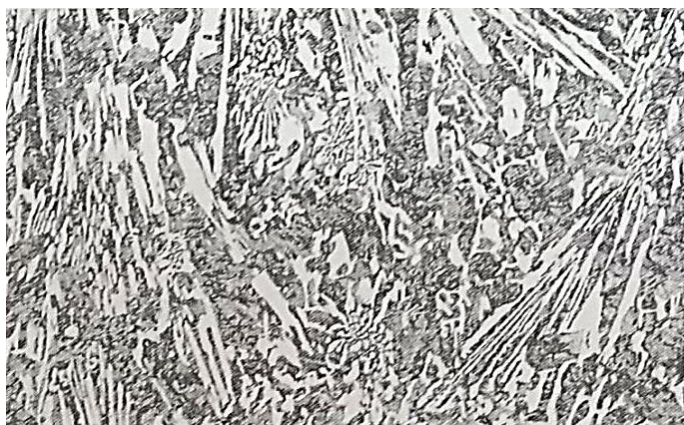


Рис. 1. Структура износостойкого хромистого чугуна опытной плавки  $\times 300$  (деталь «Защита»)

Таким образом, разработана технология получения износостойкого чугуна марки ИЧХ15 НТФЛ, состоящая из выплавки чугуна опытного состава в дуговой электропечи ДСТ-5, легирования ферросплавами и модифицирования в разливочном ковше. Из металла опытной плавки отлита деталь «Защита» дробеочистительных аппаратов. Структура после термической обработки представлена первичными карбидами  $Me_7C_3$  в виде шестигранников,  $Me_3C$  (цементитного типа) в виде пластин, а также эвтектик на их основе и дисперсных продуктов распада переохлажденного аустенита (сорбита). Твердость составила 60–61,5 HRC, что соответствует требованиям нормативной документации.

#### Библиографический список

1. Аксенов, П. Н. Оборудование литейных цехов : учебник для машиностроительных вузов. – 2- изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1977. – 510 с.
2. Шерман, А. Д. Чугун : Справочник / под редакцией А. Д. Шерман и А. А. Жуков. – Москва : Металлургия, 1991. – 576 с.

## ПРИЧИНЫ НИЗКОЙ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ НА ДЕТАЛЯХ ИЗ СТАЛИ 20ГЛ ПОСЛЕ НОРМАЛИЗАЦИИ

Дидух<sup>1,2</sup> Анастасия Николаевна, студент, см. мастер лаб. ЦИИМ (35)

Шевченко<sup>1</sup> Олег Игоревич, зав. каф., д-р техн. наук, доц.

Петухова<sup>2</sup> Ирина Николаевна, нач. металлографического отдела ЦИИМ (35)

E-mail: [nastyad983@mail.ru](mailto:nastyad983@mail.ru)

1 – НТИ (филиал) УрФУ

2 – АО «НПК «Уралвагонзавод»

г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Малоуглеродистые, низколегированные стали имеют широкую область применения. Это обусловлено прежде всего тем, что при сравнительно низкой стоимости они обладают довольно высоким пределом текучести, низким температурным порогом хрупкости, хорошей свариваемостью и деформируемостью. Такие критерии составляют основу для разработки высокопрочных низколегированных сталей, используемых при изготовлении ответственных деталей. В процессе эксплуатации литые детали подвергаются воздействию статистических, плавно возрастающих нагрузок, а также испытывают динамические (ударные), действующие резко и возрастающие от нуля до своего максимального значения с большой скоростью. Ударная вязкость характеризует способность материала поглощать механическую энергию внешних сил за счет пластической деформации без разрушения. Оценка способности сопротивления динамическим нагрузкам проводят с помощью механических испытаний материалов на ударную вязкость в рабочем диапазоне температур детали. Особенностью материалов является изменение механических свойств при изменении температуры, поэтому главными задачами испытаний на ударную вязкость являются выявление склонности материалов к хрупкому разрушению и определение критических порогов хладноломкости. Для придания стали необходимого комплекса механических, физических и химических свойств, которые обеспечивают необходимые эксплуатационные характеристики изделия, применяется термическая обработка. Правильно выбранный режим термической обработки позволяет получить оптимальную структуру стали, обеспечивающую сочетание механических свойств, в т. ч. высокую хладостойкость. Для сталей типа 20ГЛ с рациональным химическим составом рекомендуется применять единый режим термической обработки с температурой закалки 920–940 °С и температурой отпуска 620–640 °С.

**Ключевые слова.** Ударная вязкость, хладноломкость, сталь, нормализация, прочность, температура.

Основной задачей сталеплавильного процесса является получение жидкой стали заданного химического состава с определенными физико-химическими и литейными свойствами, с минимальными затратами времени, материалов и энергоресурсов. Сталь является основным конструкционным материалом для изготовления деталей подвижного состава, работающих при низких температурах и больших динамических и ударных нагрузках. Для таких деталей сталь должна обладать необходимой прочностью в сочетании с высокой ударной вязкостью и пластичностью, обладать малой чувствительностью к концентраторам напряжений и низкой склонностью к хрупкому разрушению. По статистике, более 80 % от всех случаев причиной разрушения деталей является хрупкое разрушение от ударных нагрузок при низких температурах.

В настоящее время актуальное значение приобретает повышение эксплуатационной стойкости и совершенствование таких методов формирования физико-механических свойств стального литья, как модифицирование, микролегирование, термическая и термо-механическая обработка.

В низкоуглеродистых ферритно-перлитных сталях большое влияние на свойства ферритной составляющей (предел текучести и температуру перехода из вязкого состояния в хрупкое) оказывает размер зерен. Между величиной размера зерна феррита и критической температурой хрупкости для низкоуглеродистых сталей существует линейная зависимость.

В данной работе представлены исследования, целью которых является определение причины неудовлетворительных значений ударной вязкости  $KCV^{-60}$  при проведении контрольных испытаний на образцах свидетелях (из деталей), прошедших нормализацию из стали 20ГЛ на соответствие ОСТ.

Всего исследовано 212 образцов с неудовлетворительными значениями ударной вязкости. Из них по микроструктуре: 14 образцов с недогревом; 14 образцов с недогревом и участками превращения аустенита при высоких степенях переохлаждения; 10 образцов с перегревом; 8 образцов с перегревом и участками превращения аустенита при высоких степенях переохлаждения; 144 образца с участками превращения аустенита при высоких степенях переохлаждения; 22 образца с кондиционной структурой.

Участки превращения аустенита при высоких скоростях переохлаждения характеризуются большей степенью дисперсности, имеют более тонкое строение (сорбита) по сравнению с мелкопластинчатым перлитом, по опыту исследований характерным для стали 20ГЛ после нормализации. Твердость продуктов распада повышается, что способствует понижению значений ударной вязкости.

При определении качественного элементного состава на плавках с помощью микро-рентгеноспектрального анализа на растровом электронном микроскопе *TESCAN VEGA ЗХМО* образцов с неоднородной структурой, имеющей участки превращения аустенита при высоких степенях переохлаждения, выявлена неоднородность по содержанию марганца и никеля. В ликвационных участках содержание Ni на 45 % выше, чем в матрице. Содержание Mn достигает значений на 30 % выше, чем в матрице. В образцах с кондиционной микроструктурой ликвации по составу не выявлено.

В лабораторных условиях проводилась нормализация образцов от трех плавков, имеющих в структуре большое количество участков превращения аустенита при высоких скоростях переохлаждения. Режим нормализации серийный:  $T_{\text{нор.}} = 920 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ , выдержка 1 ч, охлаждение на воздухе. При микроисследовании установлено, что дополнительная термообработка в лабораторных печах не смогла устранить химическую микронеоднородность.

Механические свойства отливок разнообразны даже при одинаковом составе стали, что подтверждается полученными данными. Типичная структура приведена на рис. 1.

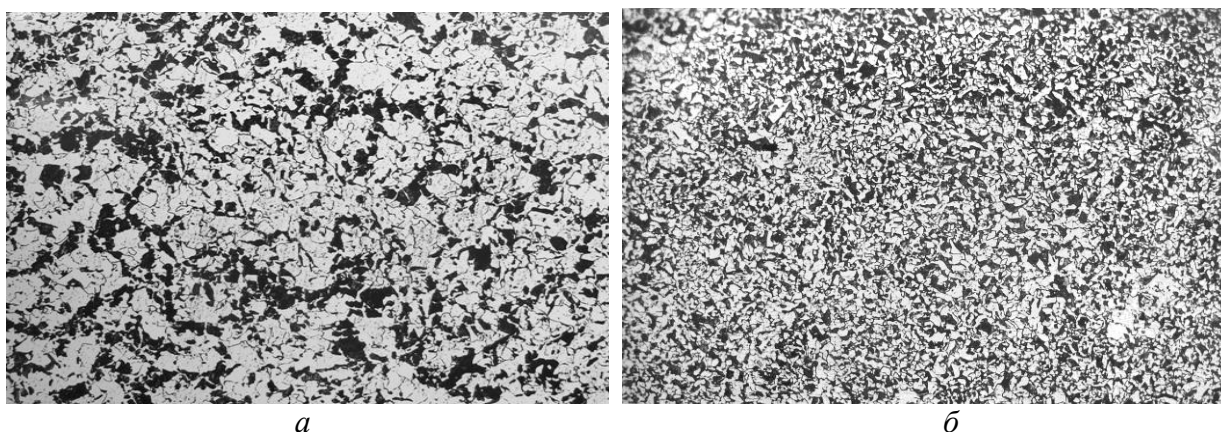


Рис. 1. Структура образцов стали 20ГЛ:

*a* – феррито-перлитная с выделением перлита по межосновым пространствам дендритов (перлитная сетка) ( $KCV^{-60} = 12/12 \text{ Дж/см}^2$ );

*б* – феррито-перлитная, мелкозернистая, однородная, кондиционная (значения  $KCV^{-60} = 6,1/12 \text{ Дж/см}^2$ )

При микроисследовании нетравленных шлифов на всех плавках обнаружены отдельные включения сульфидов точечного и пленочного типа, на отдельных плавках небольшие

скопления глинозема, шлаковые включения, видимые невооруженным глазом, расположенные вне зоны, прилегающей к излому.

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

- основной из причин получения неудовлетворительных значений ударной вязкости  $KCV^{-60}$  на образцах на соответствии ОСТ послужила химическая микронеоднородность, явившаяся причиной появления в микроструктуре после нормализации участков превращения аустенита при высоких скоростях переохлаждения, характеризующихся большей степенью дисперсности, которая не устраняется дополнительной термообработкой;

- другой причиной получения неудовлетворительных значений  $KCV^{-60}$  являются нарушения при нормализации (перегрев, недогрев, недогрев и участки превращения аустенита при высоких скоростях переохлаждения, перегрев и участки превращения аустенита при высоких скоростях переохлаждения);

- на всех исследованных образцах скоплений сульфидов пленочного типа с ориентировкой по границам первичного зерна не обнаружено, что исключает фактор наличия неметаллических включений как причину получения неудовлетворительных значений ударной вязкости.

#### Библиографический список

1. Сильман, Г. И. Рациональное структурирование сталей типа 20Г и 20ГЛ / Г. И. Сильман, Л. Г. Серпик, А. А. Федосюк // Теоретические и технологические основы рационального структурирования чугунов и сталей. Юбилейный сборник монографических научных работ / под ред. Г. И. Сильмана. – Брянск : Издательство БГИТА, 2010. – 402 с.

2. Пикеринг, Ф. Б. Физическое металловедение и разработка сталей / Ф. Б. Пикеринг ; пер. с англ. – Москва : Металлургия, 1982. – 184 с.

3. Гольдштейн, М. И. Специальные стали / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. – Москва : Металлургия, 1985. – 408 с.

4. Качанов, Н. Н. Прокаливаемость стали / Н. Н. Качанов. – Москва : Металлургия, 1978. – 192 с.

5. Гуляев, А. П. Металловедение / А. П. Гуляев. – Москва : Металлургия, 1986. – 542 с.

6. Лахтин, Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин. – Москва : Машиностроение, 1993. – 448 с.



## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПЕСКА В СЕРИЙНОМ ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Карауш Анатолий Александрович, студент  
Мураев Эдуард Владимирович, студент  
Казаков Сергей Викторович, студент  
Грузман Вячеслав Моисеевич, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: [Karaush83@mail.ru](mailto:Karaush83@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Ключевые слова.** Пескомет, формовочная смесь, наполнительная смесь, изготовление отливок, брак отливок, строительный песок, литейное производство, металлургия.

На заводе тонкостенные стальные отливки получают в двухслойных песчаных формах облицовочного, непосредственно контактирующего с расплавом и наполнительного, обеспечивающего механическую прочность формы «облицовку», приготавливают на свежих исходных формовочных материалах наполнительную на оборотной («горелой») смеси с небольшим освежением.

Многочисленное использование оборотной смеси создает в цехе и окружающей среде серьезные экологические (в первую очередь) и технико-экономические проблемы.

Позволит в определенной степени решить эти проблемы устранение из технологического процесса оборотной формовочной смеси, заменив ее свежим строительным песком.

Исследования температурного поля стенки применяемой двухслойной формы показали, что температура наполнительного слоя не превышает 250–300 °С.

Исследование состава смеси на жидком стекле без добавки глины показало, что требуемая прочность применяемой наполнительной смеси достигается уже при 2–3 % жидкого стекла. Для облицовочной смеси требуется 6–7 %.

Строители неоднократно применяли отработанную оборотную формовочную смесь для своих нужд. Однако широкому внедрению ее в строительство воспрепятствовали наличие в смеси глины и резкая нестабильность свойств.

Присутствие жидкого стекла не оказывает отрицательного воздействия на качество строительных объектов. Свойства строительного песка в наполнительном слое формы после разовой заливки существенно не изменяются.

Таким образом, после разового использования строительного песка при заливке литейной формы его можно (за договорную плату) применять в строительстве.

Отсутствие глины в составе наполнительной смеси диктует необходимость отказа от ударно-встряивающего метода уплотнения формы. Предполагается заменить его пескометным способом с использованием широко полостных ковшей и синхронной двусторонней продувкой углекислым газом.

Применение пескометного метода позволит существенно сократить время уплотнения формы с облицовочным слоем и избавит формовщиков от грохота, пыли и подавляющей части рутинного ручного труда.

От оборотной формовочной смеси заметно улучшатся условия труда, и работа в цехе станет более привлекательной. Что позволит в определенной степени решить острую проблему нехватки квалифицированных кадров, порожденную тяжелыми условиями труда.



## Библиографический список

1. Пат. 2763993 RU C1 Способ получения отливок в формах с наполнительным слоем из строительного песка : 2021105734 : заявл. 05.03.2021 : опубл. 12.01.2022 / Грузман В. М., Мартыненко С. В.
2. Пат. 2033884 RU C1 Пескомет : 4940194/02 : заявл. 30.05.1991 : опубл. 30.04.1995 / Мордочкин Е. А., Файн А. И., Соколов Г. А., Шпак М. Т., Ананьин М. К.
3. Антошкина, У. Г. Процессы формирования прочности песчаных формовочных и стержневых смесей / У. Г. Антошкина, В. А. Смолко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – № 15 (274). – 2012. – С. 6–8.
4. Литейные формовочные материалы. Формовочные и стержневые смеси и покрытия : справочник / А. Н. Болдин [и др.]. – Москва : Машиностроение. 2006. – 507 с.
5. Стабилизация состава и свойств формовочной смеси в литейных цехах / А. П. Мельников, Д. М. Голуб, В. М. Карпенко, Е. В. Филипенко // Журнал «Литейщики России». – № 2. – 2010. – С. 29–33.
6. Влияние оборотной формовочной смеси на качество отливок / В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, А. В. Карпинский, А. В. Дубровина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2014. – Т. 14. – № 2. – с. 35–40.

# ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ГОРЯЧУЮ ПРОЧНОСТЬ И ВОССТАНОВИМОСТЬ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ

Котюков<sup>1,2</sup> Тимофей Дмитриевич, ведущий инженер-технолог  
Пыхтеева<sup>1</sup> Ксения Борисовна, канд. техн. наук, доц.  
Половец<sup>2</sup> Михаил Вячеславович, ведущий инженер-технолог  
E-mail: [kotyukov.timofey@yandex.ru](mailto:kotyukov.timofey@yandex.ru)

1 – НТИ (филиал) УрФУ

2 – АО «ЕВРАЗ НТМК»

г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Любое железорудное сырье представляет собой минеральную композицию железосодержащих фаз, состав, микроструктура и физико-механические свойства которой зависят от химического и фазового состава исходной шихты. Повышение качественных характеристик железорудных материалов является одним из наиболее эффективных способов улучшения технико-экономических показателей доменного процесса. Качество готовой продукции зависит от целого ряда технологических параметров, одним из которых является горячая прочность железорудного сырья. Сырье должно обладать высокой горячей прочностью и выдерживать без разрушения ряд фазовых превращений при восстановлении в доменной печи, вплоть до отделения шлака от металла. Помимо этого, сырье должно обладать хорошей восстановимостью, т. е. способностью легко отдавать кислород, связанный в оксиды, газообразному восстановителю. Химический состав железорудного сырья оказывает существенное влияние на его восстановимость и горячую прочность. Поэтому управление химическим составом позволит подобрать оптимальный состав сырья для наилучших показателей плавки. Исследования горячей прочности сырья важны для существующего доменного процесса, т. к. образование мелочи во время восстановления негативно сказывается на газопроницаемости столба шихтовых материалов; более высокая восстановимость способствует сокращению времени пребывания железорудного сырья в доменной печи и росту доли косвенного восстановления окислов железа, что приведет к снижению удельного расхода кокса; исследования в области восстановимости железорудного сырья способствуют развитию новых технологий и инноваций в металлургической отрасли, может привести к разработке новых методов восстановления и использования рудного сырья.

**Ключевые слова.** Восстановимость, горячая прочность, железорудное сырье, восстановление, химический состав, влияние.

Для определения горячей прочности и восстановимости железорудного сырья проводились исследования агломерата и железорудных окатышей производства Качканарского ГОКа, а также железоблинка производства Высокогорского ГОКа.

Для оценки горячей прочности железорудного сырья был взят показатель разрушения  $LTD_{+6,3}$  при восстановлении при низких температурах с помощью динамического метода.

Для оценки восстановимости железорудного сырья был взят индекс восстановимости железорудного сырья до 65 %  $Rt_{65}$ .

Показатель разрушения при восстановлении при низких температурах с помощью динамического метода определяется по стандарту ISO 13930. Навеска железорудного сырья массой 500 г изотермически восстанавливается во вращающейся восстановительной трубке при температуре 500 °С с использованием газа восстановителя в течение 60 мин. Скорость вращения трубки 10 об/мин. Диапазон размеров окатышей, агломерата и железоблинка составляет от 10 до 12,5 мм. В качестве газа восстановителя выступает смесь, состоящая из 20 % CO, 20 % CO<sub>2</sub>, 58 % N<sub>2</sub> и 2 % H<sub>2</sub>. Скорость подачи газа – 20 л/мин.

По окончании восстановления навеску взвешивают, после чего производят рассев пробы на сите с размером ячеек 6,3 мм.

Показатель горячей прочности при динамическом методе определяется следующей формулой [1]:

$$LTD_{+6,3} = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $m_0$  – масса навески после восстановления, г;

$m_1$  – масса фракции больше 6,3 мм, г.

Для определения индекса восстановимости до 65 %  $Rt_{65}$  применяется стандарт ISO 4695. Навеску железорудного сырья массой 500 г изотермически восстанавливают в неподвижном слое при температуре 950 °С до тех пор, пока степень восстановления пробы не достигнет 65 %. Степень восстановления определяется по потере массы навески при прохождении через нее газа восстановителя. Газ содержит 60 %  $N_2$  и 40 %  $CO$ . Скорость подачи газа – 50 л/мин.

Показатель восстановимости рассчитывается следующей формулой [2]:

$$Rt_{65} = \left( \frac{0,111w_1}{0,430w_2} + \frac{\Delta m_t}{m_0,430w_2} \cdot 100 \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где  $Rt_{65}$  – индекс восстановимости до 65 %, %/мин;

$m_0$  – масса навески, г;

$\Delta m$  – потеря массы навески после 180 мин восстановления, г;

$w_1$  – массовая доля окиси железа ( $FeO$ ) перед испытанием, %;

$w_2$  – общее содержание железа как процентная концентрация по массе в навеске до испытания, %.

Для оценки влияния химического состава на горячую прочность и восстановимость железорудного сырья был применен метод парной корреляции.

По направлению корреляционная связь может быть положительной (прямой) и отрицательной (обратной). При положительной корреляции более высоким значениям одного признака соответствуют более высокие значения другого, а более низким значениям одного признака – низкие значения другого. При отрицательной корреляции соотношения обратные [1, 2]. Для качественной оценки тесноты связи между  $X$  и  $Y$  применяется шкала Чеддока. Согласно ей, значимым коэффициентом корреляции является значение  $< |0,5|$ .

Химические соединения, оказывающие влияние на показатели горячей прочности и восстановимости, а также коэффициенты корреляции приведены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции для показателей горячей прочности и восстановимости

Химическое соединение	Окатыш КГОК		Агломерат КГОК		Железофлюс ВГОК	
	LTD +6,3, %	$Rt_{65}$ , %/мин	LTD +6,3, %	$Rt_{65}$ , %/мин	LTD +6,3, %	$Rt_{65}$ , %/мин
FeO	-0,54	0,24	0,82	0,14	0,17	-0,05
MgO	0,19	0,32	0,72	0,31	0,04	-0,73
MnO	0,31	0,50	0,56	0,13	0,02	-0,05
CaO	-0,29	-0,33	0,59	0,18	0,71	-0,17

Между химическим соединением и показателями горячей прочности и восстановимости построены зависимости. Зависимости для MgO представлены на рис. 1, 2.

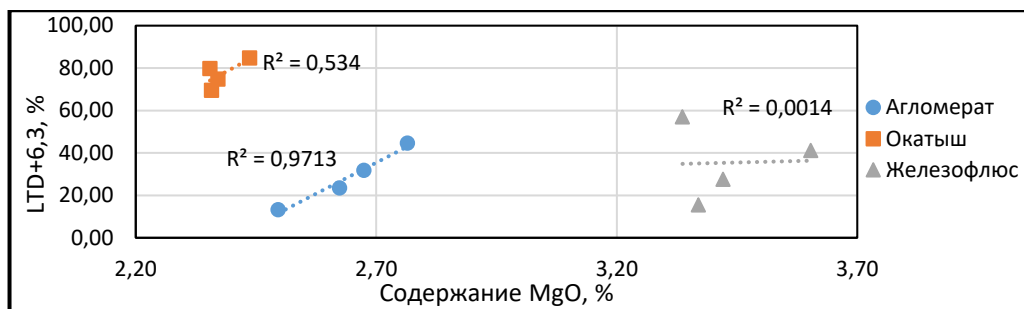


Рис. 1. Зависимость показателя  $LTD_{+6,3}$  от содержания  $MgO$  в железорудном сырье

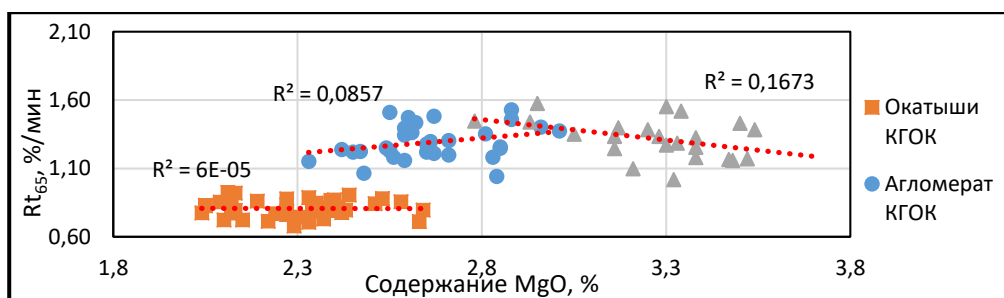


Рис. 2. Зависимость показателя  $Rt_{65}$  от содержания  $MgO$  в железорудном сырье

С помощью платформы для расчетов *Spyder* на языке программирования *Python* были построены математические модели, с помощью которых рассчитан оптимальный химический состав для каждого из материалов. Оптимальный химический состав для железорудного сырья, применяемого на ЕВРАЗ НТМК, приведен в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальный химический состав железорудного сырья по рассматриваемым параметрам

Материал	FeO, %	MgO, %	MnO, %	CaO, %
Агломерат КГОК	12,35	2,87	0,21	10,10
Окатыши КГОК	2,45	2,42	0,23	1,12
Железофлюс ВГОК	9,10	3,42	0,67	14,82

### Выводы

С увеличением содержания  $MgO$  в агломерате и окатышах КГОК возрастает горячая прочность, т. к.  $MgO$  образует тугоплавкую рудную фазу – магнезиальную шпинель. Восстановимость агломерата КГОК также растет.

С повышением  $FeO$  горячая прочность агломерата КГОК и железофлюса ВГОК также растет в связи с тем, что закисные агломераты обладают более высокой горячей прочностью, но при этом снижается восстановимость.

С ростом содержания  $CaO$  в агломерате КГОК и железофлюсе ВГОК наблюдается повышение горячей прочности.

С ростом содержания  $MnO$  в железорудном сырье повышается прочность при восстановлении и восстановимость, т. к. марганец повышает высокотемпературные свойства, и высшие оксиды марганца легче восстанавливаются, чем высшие оксиды железа.

### Библиографический список

- Новиков, Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типичные случаи) / Д. А. Новиков. – Москва : МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.
- Шилова, З. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / З. В. Шилова, О. И. Шилов. – Киров : Издательство ВГГУ, 2015. – 158 с.

## ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ФУТЕРОВКИ КОНВЕРТЕРОВ

Лапинский<sup>1</sup> Александр Александрович, студент, ведущий инженер  
Метелкин<sup>2</sup> Анатолий Алексеевич, канд. техн. наук, доц.  
Шевченко<sup>2</sup> Олег Игоревич, д-р. техн. наук, зав. кафедрой  
E-mail: [alapinskii@bk.ru](mailto:alapinskii@bk.ru)

1 – НТИ (филиал) УРФУ, АО «ЕВРАЗ НТМК»

2 – НТИ (филиал) УРФУ

г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье описывается ряд разрушающих воздействий, которому подвергается футеровка кислородного конвертера; описан метод измерения остаточной футеровки, рассматривается минимальная остаточная толщина футеровки конвертера после эксплуатации, представлен расчет интенсивности износа футеровки конвертеров, выявлены закономерности.

Показано, что с увеличением стойкости (количества плавов) – снижается толщина футеровки, особенно сильно уменьшаясь до 1000 плавов и после 3000 плавов, когда футеровка изнашивается практически наполовину от первоначальной толщины огнеупоров и теряет свои защитные свойства.

**Ключевые слова.** Кислородный конвертер, футеровка, износ футеровки.

Кислородно-конвертерное производство стали является одним из основных процессов получения готового металла [1].

На современных металлургических предприятиях эксплуатируются конвертеры вместимостью от 50 до 370 т. [2].

В ходе плавки температура материала поднимается с 1250–1400 °С (температура жидкого чугуна) до 1600–1650 °С (температура готовой стали).

Футеровка кислородного конвертера подвергается целому ряду разрушающих воздействий. К ним относятся: механические, включающие воздействие на футеровку при загрузке шихты; абразивное воздействие движущегося с большими скоростями газового потока, несущего твердые и жидкие частицы различных размеров и состава; размывающее воздействие движущегося расплава; химические (включающие коррозионные) воздействия на футеровку различных по составу шлаков, расплавов, плавильной пыли, шлакообразующих материалов; термические воздействия вследствие резких колебаний температур, связанных с технологическими операциями, а также неравномерность распределения температур по поверхности рабочего пространства [3].

Стойкость футеровки определяется стойкостью участков наибольшего износа. Это футеровка цилиндрической части конвертера в районе шлакового пояса и в месте падения кусков лома при загрузке, футеровка горловины, летка [4].

Измерение остаточной футеровки конвертера производится лазерным сканером, систему дополняет встроенный температурный FM – датчик, позволяющий осуществлять точный контроль остаточного слоя футеровки конвертера на экстремальных участках ее эксплуатации. Для определения удельного износа футеровки конвертера принимается разделение на зоны (рис. 1) [5].

При увеличении кампании конвертера выделяются зоны и определенные участки футеровки [6]. Разделение на зоны позволяет определить наиболее изнашиваемые участки конвертера.

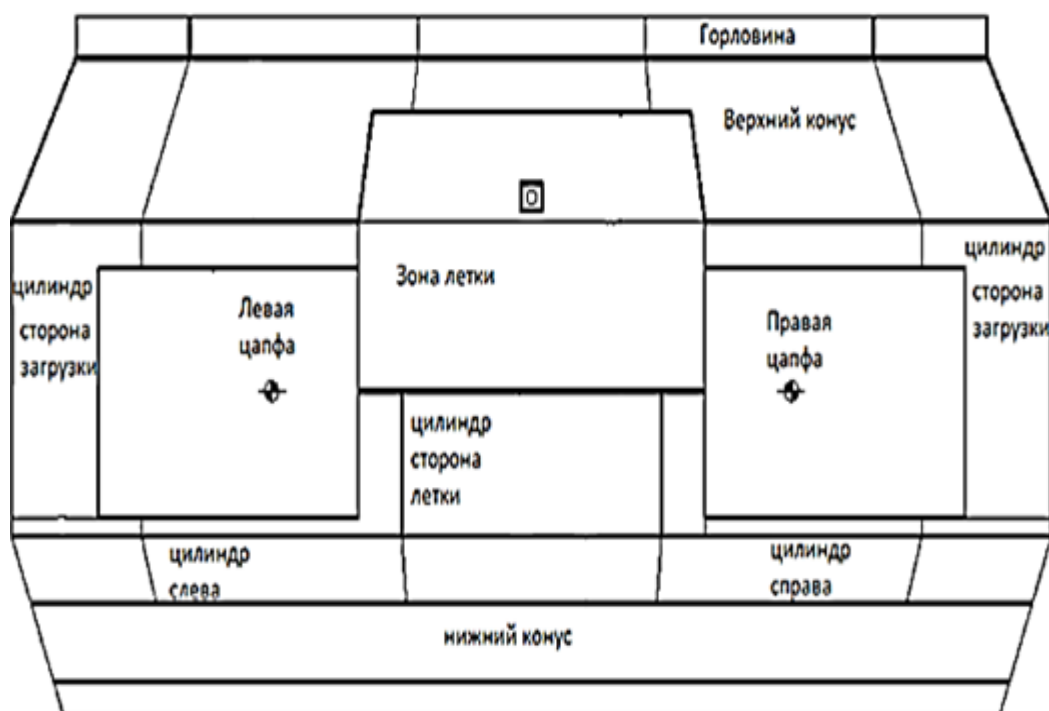


Рис. 1. Зоны износа футеровки

В табл. 1 указана толщина футеровки до начала кампании, мм.

Таблица 1

Толщина футеровки до начала кампании

Зоны футеровки	Горловина	Верхний конус	Зона летки	Правая цапфа	Левая цапфа	Цилиндр сторона летки	Цилиндр сторона загрузки	Цилиндр с права	Цилиндр слева	Нижний конус
До начала кампании	500	750	850	900	900	900	900	900	900	900

Необходимо рассмотреть минимальную остаточную толщину футеровки конвертера после эксплуатации.

На примере выборки по конвертеру № 2 (футеровка типа «*Vesuvius*») были определены значения толщины футеровки до начала и после окончания кампании.

На основании средних значений был построен график интенсивности износа по зонам в зависимости от стойкости футеровки (рис. 2).

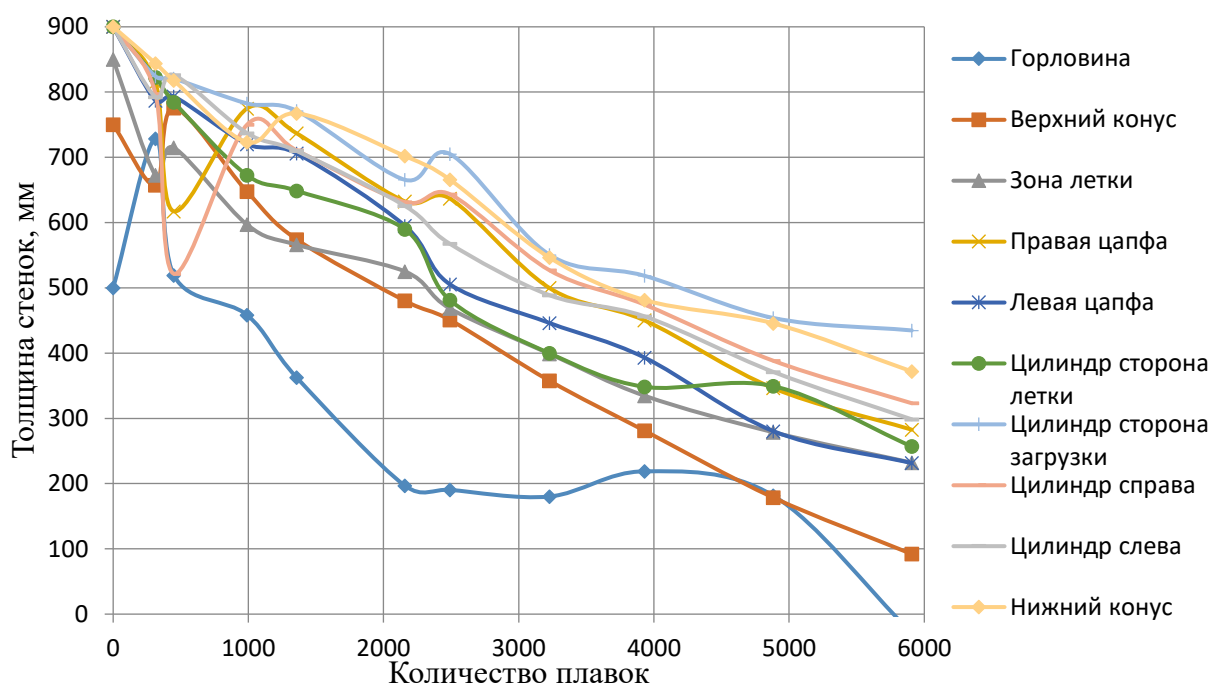


Рис. 2. Интенсивность износа футеровки

На основании произведенных расчетов выявлено, что с увеличением стойкости (количества плавков) снижается толщина футеровки, особенно сильно уменьшаясь до 1000 плавков, т. к. в этот период практически не производят операций по уходу и после 3000 плавков, когда футеровка изнашивается практически наполовину от первоначальной толщины огнеупоров и теряет свои защитные свойства.

#### Библиографический список

1. Бигеев, А. М. *Металлургия стали. Теория и технология плавки стали : учебник для вузов* / А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Магнитогорск : МГТУ, 2000. – 544 с.
2. Челябинина, А. Л. *Оборудование конвертерных цехов : учебное пособие* / А. Л. Челябинина. – Липецк : Издательство Липецкого государственного технического университета, 2019. – 161 с.
3. Герасименко, И. П. *Конструкции конвертеров. Привод и футеровка конвертера : Методическое указание* / И. П. Герасименко. – СМИ. Новокузнецк : – 1981. – 31 с.
4. Филатов, С. В. *Повышение стойкости футеровок металлургических агрегатов эффективный путь снижения удельных затрат на огнеупорные материалы «ЕВРАЗ НТМК»* / С. В. Филатов, Э. А. Вислогузова, М. С. Фомичев [и др.] // Труды VI междунар. науч.-практ. конф. с элементами научной школы для молодежи, посвященной 80-летию ММК «Энергосберегающие технологии в промышленности. Печные агрегаты. Экология». 15–20 октября 2012 г. – Москва : Издательство МИСиС. – 560 с.
5. Метелкин, А. А. *Расчет оптимальной стойкости футеровки конвертеров* / А. А. Метелкин, О. Ю. Шешуков, М. В. Савельев [и др.] // *Сталь*. – 2018. – № 11. – С. 33–38.
6. Пузырев, Ю. А. *Новые технологические приемы локального ремонта футеровки конвертера* / Ю. А. Пузырев, В. В. Якимовский // *Новые огнеупоры* – 2023. – № 7. – С. 3–7.

# КРАТКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОСОБЕННОСТИ СВЯЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА С ВОЗМОЖНОЙ ЕГО МОДИФИКАЦИЕЙ

Марьянова Ольга Александровна, студент  
Фирстов Александр Петрович, канд. техн. наук, доц.  
Шевченко Олег Игоревич, д-р техн. наук, доц.  
E-mail: [olya.maryanowa@yandex.ru](mailto:olya.maryanowa@yandex.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Органическим веществом в водной среде является лигносульфонат – искусственно полученный продукт, относящийся по классификации А. М. Лясса к классу БЗ, что говорит о его низкой связующей способности. В основном лигносульфонат самостоятельно как связующее не применяется, а служит добавкой в смесь в виде водных растворов высокой плотности или сухого порошка. Для более широкого использования лигносульфоната необходимо обеспечить требуемый уровень его свойств, стабильность качества и возможное модифицирование выпускаемого продукта. Одним из способов повышения связующей способности лигносульфоната является его модифицирование.

**Ключевые слова.** Лигносульфонат, структура, функциональные группы, модифицирование.

*Целью* данной работы по улучшению связующей способности лигносульфонатов лежит в их углубленном рассмотрении молекулярной структуры и в поиске способов, обеспечивающих протекание процессов структурообразования с созданием трехмерной структуры, что в дальнейшем обеспечит повышенные прочностных характеристик литейных стержней и форм.

Лигносульфонат является побочным продуктом целлюлозно-бумажного производства, получаемый в процессе сульфитной варки древесины. В зависимости от вида основания сульфитной кислоты он представляет собой либо кальциевую, либо кальциево-натриевую соль лигносульфоновой кислоты с примесью веществ органической или неорганической природы [1].

В настоящее время считается, что лигносульфонат представляет собой коллоидный водный раствор [2, 3]. Установлено, что лигносульфонат это полимер нерегулярного строения, где первичным звеном служит фенилпропановая группа (рис. 1, а), а последующие фенилпропановые группы соединяются углерод-углеродными связями (рис. 1, б).

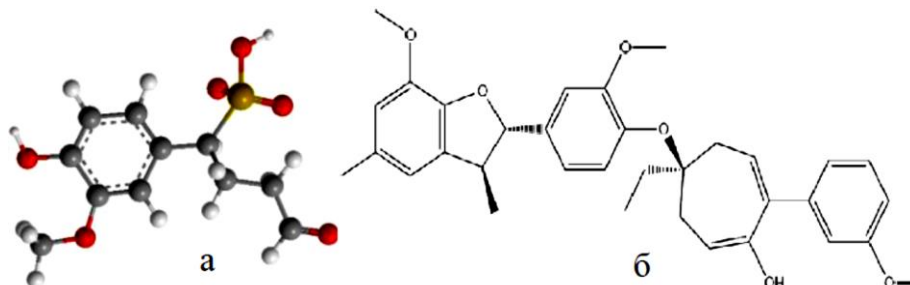


Рис. 1. Первичная структура лигносульфоната (а) и связь фенольного ядра с пропановой группой (б)



Наряду с ароматическим ядром в лигносульфонате имеются функциональные группы, основными из которых являются: метоксильные, спиртовые гидроксильные, бензил-спиртовые, карбонильные, карбоксильные группы и ряд сульфогрупп (сульфеновая, сульфиновая, гидросульфитная, сульфозфирная и сульфитная). Среди присутствующих в лигносульфонате сульфогрупп характерными, приносящими связующую способность и изменяющими структуру высокомолекулярного вещества, считаются сульфитные группы [4, 5]. Характерные литейные свойства лигносульфоната как связующего материала в основном определяются наличием сульфитных и гидроксильных групп и определяют его большое значение во многих химических процессах. Такое строение определяет дипольный характер коллоидных частиц и обуславливает проявление ими поверхностно-активных свойств. Сульфогруппы за счет своего расположения в фенилпропановом кольце в основном находятся на поверхности ядра мицеллы и являют собой потенциалопределяющий слой мицеллы, образуя поверхность мицеллярной структуры [6].

Автор работы [7] отмечает, что элементарный коллоидный агрегат представляет собой пучок цепочек лигносульфонатов, связанных катионом  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Na}^{+1}$  или катионов металлов с переменной валентностью по схеме (рис. 2).

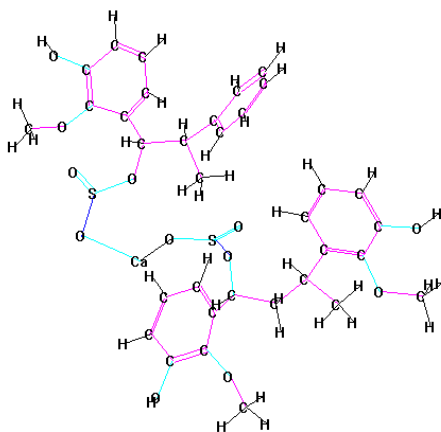


Рис. 2. Связь цепочек лигносульфонатов катионом кальция (Ca)

В этой же работе отмечено, что с увеличением валентности катиона элементарный коллоидный агрегат усложняется. Усложнение при модифицировании катионами металлов с переменной валентностью [6, 10] связано с получением высокой разветвленной структурой, приводящей глобулу лигносульфоната к линейной структуре (рис. 3), т. е. к более рыхлой, увеличению молекулярно-массового распределения, т. е. к получению более высокой фракционной области и увеличением молекулярного веса. Перечисленные факторы высвобождают активные сульфитные и гидроксидные группы, а это, в свою очередь, приводит к качественным изменениям свойств лигносульфоната. При этом возрастает прочность и значительно уменьшается вязкость.

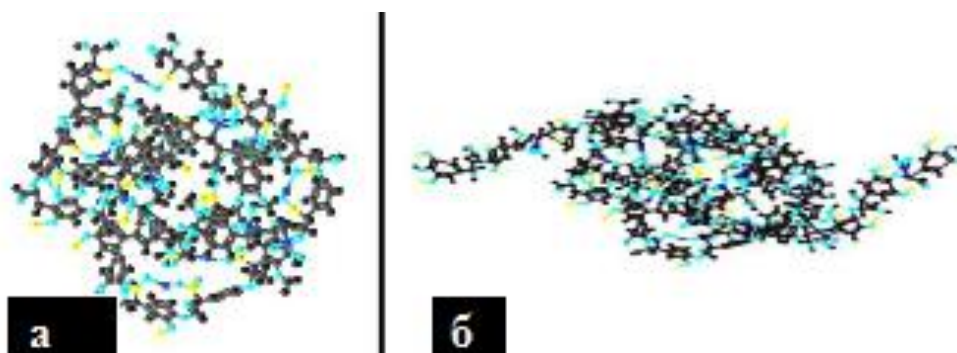


Рис. 3. Глобулярная структура лигносульфоната:  
 $a$  – с катионом  $\text{Ca}^{+2}$ ;  $b$  – с катионом  $\text{Fe}^{+3}$

Известно, что применение соединений шестивалентного хрома для отверждения лигносульфонатных соединений ускоряет твердение и снижается вязкость раствора, однако применение хромового ангидрида и хроматов для отверждения лигносульфонатов сдерживается из-за токсичности солей хрома ( $\text{Cr}^{+6}$ ) [8, 9]. В работах [10, 11] предлагается замена хромового ангидрида солью трехвалентного железа.

В работе [10] получены следующие параметры по модифицированию лигносульфонатов (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели качества лигносульфонатов

	Прочность на растяжение в сухом состоянии [14]		Удельная вязкость [15]	
	% связующего	МПа	% связующего	Сек.
ЛСТ без модификатора [1]	–	0,55 ÷ 0,6	–	300 ÷ 320
ЛСТ с катионом $\text{Fe}^{+3}$ [11]	0,7	0,77 ÷ 0,8	0,4	180 ÷ 200
ЛСТ с катионом $\text{Cr}^{+3}$ [12, 13]	1,5	0,8 ÷ 0,83	1,5	150 ÷ 175

Из таблицы видно, что прочность на растяжение в сухом состоянии при модифицировании лигносульфоната выше, чем без модифицирования.

Прочность на растяжение в сухом состоянии между вводимыми модификаторами различается незначительно, что экологически оправдано применение модификатора с солью с катионом железа, т. к. токсичность солей с катионом хрома значительная [16]. В литейном производстве применительно использовать модифицирование с солями железа.

Добавка в лигносульфонат модификаторов резко снижает вязкость, и в значительной мере с солью при катионе хрома. Это снижение существенно ниже даже в сравнении с солями железа, и по этой причине существует множество составов с солью хрома [17, 18, 19]. Данное свойство для нефте- и газоперерабатывающей промышленности имеет преобладающее значение.

#### Вывод

Значение модифицирования лигносульфонатов состоит в целенаправленном введении в состав материала специальных веществ, позволяющих повышать их связующую способность за счет изменения процессов полимеризации. Воздействуя на лигносульфонаты можно решать задачи по стабилизации их свойств, повышения их реакционной способности, а значит, улучшения связующей способности, следовательно, увеличения прочности форм и стержней на их основе.

#### Библиографический список

1. ТУ – 13-0281036-029-94. Лигносульфонаты технические. Технические условия. – Москва, 1989. – 29 с.
2. Никитин, В. М. Химия древесины и целлюлозы / В. М. Никитин, А. В. Оболенская, В. П. Щеголев. – Москва : Лесная промышленность, 1978. – 368 с.
3. Сарканен, К. В. Лигнины: структура, свойства и реакции / К. В. Сарканен, К. Х. Людвиг ; пер. с англ. – Москва : Лесная промышленность, 1981. – 402 с.
4. Фирстов, А. П. Макро- и микроструктура лигносульфонатов в зависимости от основания варочной кислоты / А. П. Фирстов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. – 2023. – Т. 23. – № 1. – С. 5–12.
5. Структура и физико-химические свойства лигносульфонатов / Н. И. Афанасьев [и др.]. – Екатеринбург : УрО РАН, 2005. – 160 с.

6. Фирстов, А. П. Влияние функциональных групп на молекулярную структуру лигносульфонатов / А. П. Фирстов // Молодежь и наука : материалы Международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов (27 мая 2022 г., г. Нижний Тагил) : в 2 т. Т. 1. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2022. – С. 232–236.
7. Противопригарные покрытия для форм и стержней / К. М. Ткаченко [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1968. – 259 с.
8. Тептерева, Г. А. Модификация лигносульфонатов буровых промывочных жидкостей при эксплуатации нефтегазовых скважин на месторождениях Республики Башкортостан / Г. А. Тептерева, А. Р. Хафизов, Г. В. Конесев [и др.] // Вестник Академии наук РБ/20-8. – Т. 26. – № 1(89). – С. 57–66.
9. Бадикова, А. Д. Совершенствование способа получения хромлигносульфонатных буровых реагентов / А. Д. Бадикова, Г. А. Тептерева, И. Н. Куляшова [и др.]. – Уфа : БашГУ, 2015. – 108 с.
10. Фирстов, А. П. Повышение прочностных свойств лигносульфонатов поверхностно-активными веществами / А. П. Фирстов, О. И. Шевченко // Черные металлы. – 2024. – № 2. – С. 27–31.
11. Фирстов, А. П. Модифицирование лигносульфонатов сульфатом железа (III) / А. П. Фирстов // Теория и технология металлургического производства. – 2022. – № 2 (41). – С. 18–21.
12. Кистер, Э. Г. Физико-химические исследования хромлигносульфонатов / Э. Г. Кистер, Е. А. Калиновская // Химическая обработка буровых и цементных растворов : сборник статей. – Москва, 1971. – С. 58–70.
13. Гаврилов, Б. М. Лигно-полимерные реагенты для буровых растворов / Б. М. Гаврилов. – Краснодар, 2004. – 523 с.
14. ГОСТ 23409.7–78. Пески формовочные, смеси формовочные и стержневые. Методы определения прочности при сжатии, растяжении, изгибе и срезе. – Введ. 01.01.1980.
15. ГОСТ 1532–81. Вискозиметры для определения условной вязкости. Технические условия. – Введ. 01.01.1982.
16. ГОСТ 12.1.007–76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введ. 01.01.1977.
17. Кистер, Э. Г. Химическая обработка буровых растворов / Э. Г. Кистер. – Москва : Недра, 1972. – 392 с.
18. Пат. 2211852 Российская Федерация. Способ приготовления реагента для обработки буровых растворов / Акчурин Х. И., Нигматуллина А. Г., Нигматуллин Ф. Н., Колесов С. В., Мартянова С. В., Комкова Л. П. – 10.09.2003.
19. Пат. 2375404 Российская Федерация. Способ получения бурового реагента / Кудашева Ф. Х., Бадикова А. Д., Тептерева Г. А., Куляшова И. Н., Гимаев Р. Н., Бикбулатов Р. Х., Небит А. Н., Юлбарисов И. М. – 10.12.2009.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ГИБКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА

Минин Сергей Игоревич, ст. преподаватель  
Гилева Лариса Юрьевна, канд. техн. наук, доц.  
Половец Михаил Вячеславович, аспирант  
E-mail: [s.i.minin@urfu.ru](mailto:s.i.minin@urfu.ru)

Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина  
г. Екатеринбург, РФ

**Аннотация.** Нестабильность качества кокса, железорудных материалов сопровождается изменением производительности печи и расхода суммарного углерода топлива. Гибкие технологические режимы, основанные на выборе соотношения расходов технологического топлива – кокса, пылеугольного топлива и природного газа позволяют снизить потери. Выбор управляющих воздействий, направленных на достижение заданной производительности печи и высокой экономичности процесса при существующих сырьевых условиях, базируется на условии сохранения перепадов давления и теплового состояния печи. Предложены подходы к количественной оценке технологического режима и показателей работы печи при контролируемых изменениях качества шихтовых материалов и параметров комбинированного дутья на основе цифровой модели доменной печи. Выбор того или иного технологического решения зависит от поставленной задачи управления, конструктивных особенностей и условий работы доменной печи с учетом стоимости топлива.

**Ключевые слова.** Доменная печь, расход топлива, качество кокса, газодинамический режим, производительность печи.

Зависимости между фактическими данными о показателях работы доменных печей показывают, что увеличение производительности печи при снижении расхода кокса лимитируется газодинамическими условиями, которые во многом определяются качеством шихтовых материалов и зависят от расходов технологического топлива (рис. 1).

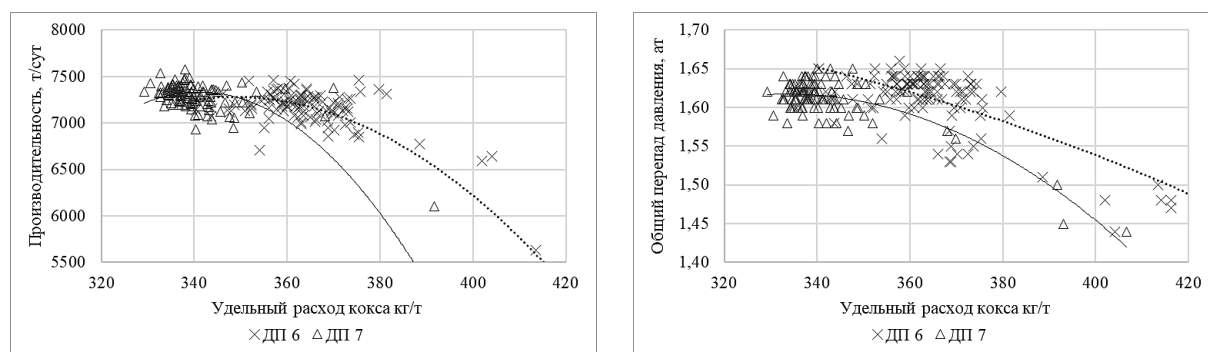


Рис. 1. Взаимосвязь между удельным расходом кокса и показателями работы печей № 6 и 7 АО «ЕВРАЗ НТМК»

В основе реализации гибких технологических режимов лежит выбор соотношения расходов технологического топлива: кокса, пылеугольного топлива и природного газа, которое обуславливает как тепловое состояние печи, определяющее суммарный расход углерода, так и газодинамику доменной плавки, определяющую производительность печи.

Принимая во внимание сложное влияние расходов технологического топлива на показатели плавки, для выбора вида и величины компенсационных воздействий целесооб-

разно использовать цифровую модель доменного процесса, учитывающую взаимосвязь качества шихтовых материалов, теплового состояния печи, интенсивности плавки и газодинамического режима верхней и нижней зон доменной печи.

*Основные зависимости цифровой модели, описывающие газодинамику процесса*

Зависимость выхода газа от параметров дутья и интенсивности плавки описывается уравнением

$$V_{\Gamma} = 2V_{O_2} + (H_2)_{\text{ПГ}}V_{\text{ПГ}}P_{\text{мин}} + (H_2)_{\text{ПУТ}}V_{\text{ПУТ}}P_{\text{мин}} + 1,867(C_d^{\text{Fe}} + C_d^{\text{эл}})P_{\text{мин}}, \quad (1)$$

где  $V_{O_2}$  – поступление кислорода с дутьем, м<sup>3</sup>/мин;  $V_{\text{ПГ}}, (H_2)_{\text{ПГ}}$  – расход природного газа и содержание в нем водорода, м<sup>3</sup>/т и м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $V_{\text{ПУТ}}, (H_2)_{\text{ПУТ}}$  – расход пылеугольного топлива и содержание в нем водорода, кг/т и м<sup>3</sup>/кг;  $C_d^{\text{Fe}}, C_d^{\text{эл}}$  – расход углерода на прямое восстановление оксидов железа и элементов, кг/т;  $P_{\text{мин}}$  – минутная производительность печи, т/мин.

Выход (скорость) газа и газодинамические характеристики слоя определяют перепад давления (уравнение Эргона):

$$\Delta P = \lambda \frac{h}{d_{\text{экв}}} \frac{(1 - \varepsilon) T P_0 \rho_0 w_0^2}{\varepsilon^3 T_0 P} \frac{1}{2}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – коэффициент, учитывающий поверхностные свойства кусков;  $h$  – высота слоя, м;  $d_{\text{экв}}$  – эквивалентный диаметр кусков слоя, м;  $\varepsilon$  – порозность слоя (относительный объем межкускового пространства в слое), м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $T, P$  – средняя температура и среднее давление газа в слое, К, Па;  $\rho_0, w_0$  – плотность и скорость газа при нормальных условиях, кг/м<sup>3</sup>, м/с. Перепад давления, при котором изменения газопроницаемости слоя не приведут к критическим условиям движения газа в нижней зоне печи, определяет критический расход кислорода и соответственно производительность печи, которая рассчитывается по следующему уравнению:

$$P_{\text{мин}} = \frac{V_{O_2}}{1,867(C_{\text{сумм}} - 10[C] - C_d^{\text{Fe}} - C_d^{\text{эл}})}, \quad (3)$$

где  $C_{\text{сумм}}$  – суммарный удельный расход углерода, кг/т;  $[C]$  – содержание углерода в чугуне, %.

Перепады давления определяются двумя факторами: удельным газодинамическим сопротивлением слоя и кинетической энергией газового потока.

Важным фактором, определяющим газопроницаемость слоя, является расход кокса в нижней зоне печи. На рис. 2 приведена зависимость газопроницаемости слоя от удельного расхода кокса при разном качестве шихтовых материалов.

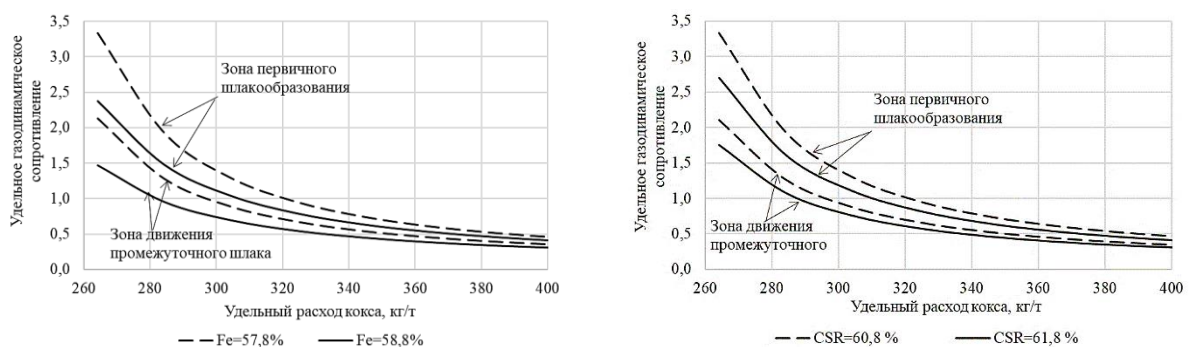


Рис. 2. Зависимость газопроницаемости слоя от удельного расхода кокса при разном качестве шихтовых материалов

Анализ зависимости удельного газодинамического сопротивления от расхода кокса показал, что чем ниже удельный расход кокса, особенно ниже 320 кг/т чугуна, и ниже качество шихтовых материалов, тем в большей степени его снижение приводит к ухудшению газодинамических условий. Значение 320 кг/т может рассматриваться как нижняя граница удельного расхода кокса при заданной производительности печи.

Расчетами показано, что при рассматриваемых колебаниях показателей качества кокса для условий печей АО «ЕВРАЗ НТМК», изменения эквивалентного диаметра кусков кокса в зоне первичного шлакообразования составляет от 5 до 10 % отн., что приводит к колебаниям порозности слоя в зоне первичного шлакообразования до 6 % отн.

При изменении качества шихтовых материалов стабилизация газодинамического режима может быть реализована путем изменения удельного расхода кокса, оказывающего влияние на газопроницаемость слоя и (или) изменением подачи кислорода, определяющим изменение количества газа. Избыток или недостаток тепла, образующийся при изменении расхода кокса и (или) кислорода, может быть компенсирован изменением расходов углеводородных добавок – пылеугольного топлива, природного газа.

Результаты моделирования влияния расхода кокса на показатели газодинамического режима при условии сохранения производительности печи и ее теплового состояния при разном отношении расходов пылеугольного топлива и природного газа (ПУТ/ПГ) приведены на рис. 3.

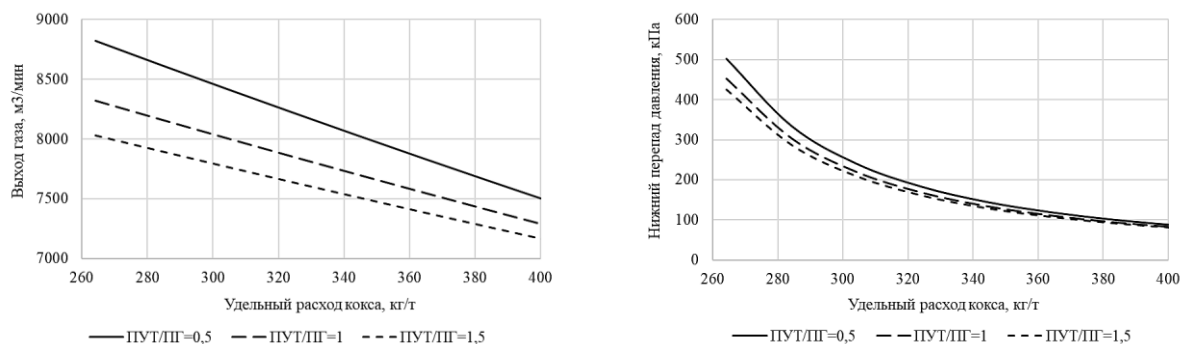


Рис. 3. Зависимость показателей газодинамического режима от расходов технологического топлива

Чем выше ПУТ/ПГ, тем в меньшей степени проявляется влияние рудной нагрузки на выход газа. Наиболее значимое влияние расхода кокса на перепад давления проявляется при меньших значениях ПУТ/ПГ, особенно при удельном расходе кокса менее 320 кг/т чугуна. Это объясняется нелинейностью влияния расхода кокса на удельное газодинамическое сопротивление.

Результаты расчетов для рассмотренных условий работы доменных печей АО «ЕВРАЗ НТМК» показали, что при снижении эквивалентного диаметра кокса на 1 мм или снижении горячей прочности кокса (*CSR*) на 1,4 % для сохранения перепада давления в нижней зоне необходимо снизить расход дутья на 6,8 %, что сопровождается таким же снижением производительности печи. Или при условии сохранения производительности печи для снижения газопроницаемости слоя необходимо увеличить расход кокса на 14 кг/т при условии сохранения ПУТ/ПГ и от 4 до 15 кг/т при изменении этого отношения.

Конкретные значения требуемого изменения расхода кокса и производительности печи зависят от поставленной цели управления, конструктивных особенностей и условий работы доменной печи и могут быть определены с помощью разработанной системы поддержки принятия решений на основе цифровой модели доменной печи.

## Библиографический список

1. Влияние повышенного давления в доменной печи на эффективность ее работы / С. В. Филатов [и др.] // Сталь. – 2015. – № 4. – С. 11–14.
2. Учет влияния гранулометрического состава кокса на его металлургическую ценность / С. И. Минин [и др.] // Кокс и химия. – 2022. – № 9. – С. 10–14.
3. Неполадки и аварии в работе доменных печей / Б. Н. Жеребин, А. Е. Пареньков. – Новокузнецк, 2001. – 275 с.
4. Danloy, G. Influence application of the CRM blast modern at Sidmar / Danloy G., Midnon J., Munnix R. [et al.] // Proceedings 3rd International Conference Science and Technology Ironmaking, Düsseldorf. – 2003. – P. 83–88.
5. Гилева, Л. Ю. Разработка структурированного математического обеспечения для решения комплекса технологических задач организации и управления доменным процессом / Л. Ю. Гилева [и др.] // В сборнике: Современные сложные системы управления : материалы XII международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 205–209.

## **ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РЕДУЦИРОВАНИИ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГРП ЕВРАЗ НТМК**

Ольховик<sup>1</sup> Никита Александрович, студент  
Соколов<sup>2</sup> Константин Евгеньевич, начальник отдела  
Лапина<sup>1</sup> Александра Юрьевна, старший преподаватель  
E-mail: [Nikita.Olkhovik@urfu.ru](mailto:Nikita.Olkhovik@urfu.ru)

1 – НТИ (филиал) УрФУ  
2 – АО «ЕВРАЗ НТМК»  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье рассматривается процесс выработки электрической энергии на газораспределительной подстанции (ГРП) АО «ЕВРАЗ НТМК» при редуцировании сжатого природного газа с использованием турбодетандера. Описаны технические характеристики установки, включая параметры работы турбодетандера, и преимущества его использования для энергоэффективности и снижения эксплуатационных затрат. Приведены данные о производительности системы и достигнутых показателях энергогенерации. Проведен анализ экономической целесообразности и эколого-энергетического эффекта внедрения турбодетандера на промышленном предприятии.

**Ключевые слова.** Электрическая энергия, природный газ, турбодетандер, газораспределительный пункт (ГРП), энергоэффективность, НТМК.

Черная металлургия является одной из наиболее энергоемких отраслей промышленности. Основными потребителями топлива в данной отрасли выступают доменные и прокатные производства, в то время как электросталеплавильные производства и кислородные станции являются крупнейшими потребителями электроэнергии. Основными потребителями тепловой энергии выступают коксохимические производства.

На АО «ЕВРАЗ НТМК» накоплен значительный опыт в области повышения энергоэффективности. Однако достигнутые результаты по снижению энергозатрат недостаточны для компенсации роста тарифов на энергоресурсы. В частности, ожидается увеличение тарифов на природный газ на 8 % с июля 2024 г. и аналогичное увеличение с июля 2025 г. Индексация тарифов на электрическую энергию составит 6 % с 1 июля 2024 г. и 5 % с 1 июля 2025 г. В связи с этим, поиск и внедрение эффективных мероприятий по повышению энергоэффективности остается критически важной задачей для устойчивого развития современного металлургического предприятия.

На АО «ЕВРАЗ НТМК» природный газ высокого давления (1,2 МПа) поступает по двум вводам от газораспределительной станции внешних сетей газоснабжения в объеме 120–150 тыс. м<sup>3</sup>/ч. В процессе работы оборудования комбината используется газ с низким давлением. Понижение давления газа осуществляется ступенчато с использованием дроссельных устройств (клапанов). Первоначально природный газ подается на газораспределительные пункты, где его давление понижается до 0,3 или 0,1 МПа и поступает в сети комбината среднего давления. Далее газ подается на газораспределительные устройства (ГСУ), расположенные вблизи потребителей, где его давление понижается до рабочих параметров (от 0,05 до 0,015 МПа). Примерная схема представлена на рис. 1.

Следует отметить, что внутренняя энергия сжатого природного газа при этом никак не используется, что представляет собой упущенную возможность для повышения энергоэффективности.





Рис. 4. Условная схема распределения давлений природного газа на АО «ЕВРАЗ НТМК»

АО «ЕВРАЗ НТМК» закупает электроэнергию от внешнего поставщика, поскольку внутренняя генерация не полностью удовлетворяет потребности предприятия. Это создает возможность для увеличения собственной генерации за счет различных внутренних источников.

В ходе проработки данного вопроса были обнаружены научные работы, посвященные использованию энергии давления сжатых газов и альтернативам их дросселирования. Одним из таких решений является использование детандер-генераторных установок, которые могут быть установлены вместо дроссельных устройств. В кислородном производстве предприятия уже используются агрегаты, такие как турбодетандеры, которые применяются для выработки холода в цикле криогенной воздухоразделительной установки. Эти устройства преобразуют энергию сжатого газа в механическую энергию, которая используется для охлаждения газа.

Турбодетандер представляет собой лопаточную турбинную машину непрерывного действия. В состав турбодетандера входят корпус, ротор, сопловой регулируемый аппарат и направляющий аппарат, оборудованный поворотными механизмами. Газ или сжиженные газовые смеси проходят через отверстия неподвижных направляющих каналов, выполняющих функции сопел. В этом месте потенциальная энергия газа частично преобразуется в кинетическую, благодаря чему вращаются лопаточные каналы ротора. Резкое расширение газа приводит к падению давления, что вызывает выполнение механической работы ротором и одновременное интенсивное охлаждение газового потока. Одновременно с ротором вращается колесо компрессора, установленное на ротор.

Принцип работы турбодетандера представлен на рис. 2.

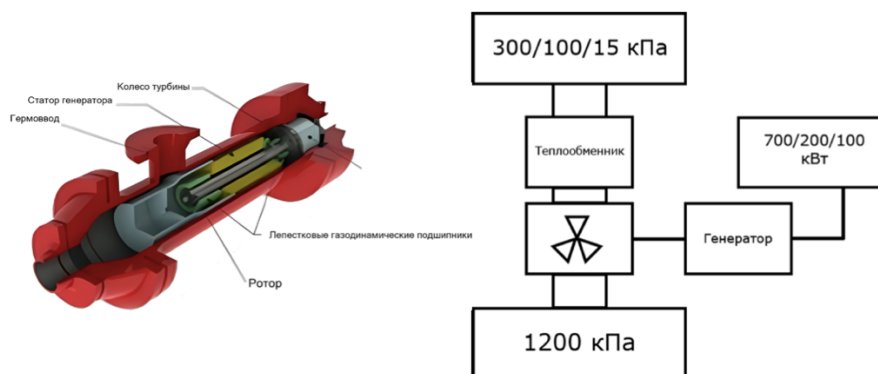


Рис. 2. Принцип работы турбодетандерного агрегата

Турбодетандерная установка используется для преобразования энергии сжатого газа в механическую работу. Потенциальная энергия газа преобразуется в кинетическую, приводя в движение ротор и производя механическую энергию, которая может быть использована для различных целей, включая генерацию электричества.

Исследования показали, что установка турбодетандеров в системах редуцирования природного газа уже была успешно внедрена на других предприятиях, таких как ТЭЦ-22 [1]

в Москве. Турбодетандер представляет собой расширительную машину, работающую с низкотемпературными газами при температурах от +200 °С и ниже. Принцип действия турбодетандера основан на преобразовании энергии сжатого газа в механическую работу. Сначала сжатый газ попадает в сопловой аппарат, где его давление снижается, а скорость увеличивается, преобразуя потенциальную энергию в кинетическую. Затем газ через направляющий аппарат попадает на лопатки турбины, где его кинетическая энергия преобразуется в механическую энергию вращения турбины и привода генератора.

Предложена установка турбодетандерных агрегатов на три основных по производительности газораспределительных пункта (ГРП) комбината. В процессе понижения давления газ будет совершать работу и вырабатывать электроэнергию. Для обеспечения энергетической безопасности на каждой ГРП будет устанавливаться несколько турбодетандеров. Для проведения ремонта и в аварийных случаях часть линий с редуцирующими клапанами будет оставаться в резерве. Установленная мощность турбодетандеров будет зависеть от их местоположения на ГРП. Зависимость представлена в табл. 1.

Таблица 1

Местоположение и мощность турбодетандер-генераторных агрегатов

Местоположение (ГРП)	Количество турбодетандеров, шт.	Мощность турбодетандеров, кВт
ТЭЦ	2	700
ЦПШБ	2	200
РБЦ	2	100

Так как газ после прохождения через турбодетандер сильно охлаждается, необходимо установить теплообменник для дополнительного подогрева газа. Более точная схема турбодетандер-генераторного агрегата представлена на рис. 3.

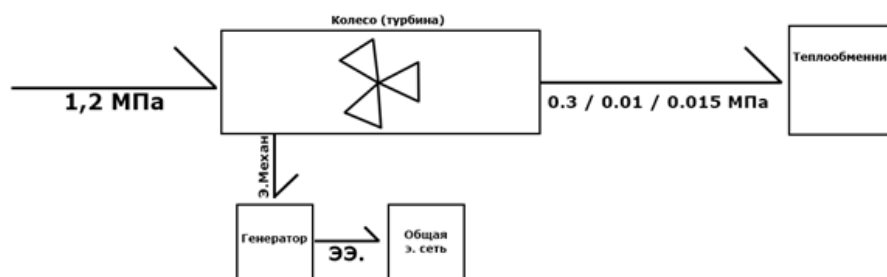


Рис. 5. Технологическая схема турбодетандер-генераторного агрегата

Из-за дополнительного подогрева появляются операционные расходы, которые необходимо учитывать для определения целесообразности и окупаемости проекта. Все затраты подробно представлены в табл. 2–5.

Таблица 2

Технологические параметры природного газа на НТМК

№	Наименование	Ед. изм	Количество
1	Потребление ПГ общее	тыс. м <sup>3</sup> /ч	120
2	Потребление ПГ на ГРП ТЭЦ	тыс. м <sup>3</sup> /ч	60
3	Потребление ПГ на ГРП ЦПШБ	тыс. м <sup>3</sup> /ч	20
4	Потребление ПГ на ГРП РБЦ	тыс. м <sup>3</sup> /ч	6
5	Давление газа на входе в ГРП	МПа	1,2
6	Давление газа на выходе из ГРП	МПа	0,3

Таблица 3

Операционные затраты на проект по подогреву природного газа

№	Наименование	Ед. изм	Количество
1	Тепло в перерасчете на ПГ в год	тыс. м <sup>3</sup>	10 000
2	Стоимость закупа ПГ	руб./тыс. м <sup>3</sup>	4 500

3	Операционные затраты	тыс. руб.	45 000
---	----------------------	-----------	--------

Таблица 4

Капитальные затраты на проект

№	Наименование	Количество, шт.	Сумма за ед., тыс. руб	ИТОГО, тыс. руб
1	Турбодетандер 100 кВт	2	12 000	24 000
2	Турбодетандер 250 кВт	2	18 000	36 000
3	Турбодетандер 700 кВт	2	30 000	60 000
ИТОГО				120 000

Таблица 4

Экономический эффект

№	Наименование	Ед. изм	Количество
1	Выработка электроэнергии в год	МВт·ч	17 520
2	Стоимость закупа электроэнергии	руб./МВт·ч	4 200
3	Экономия закупа электроэнергии	тыс. руб.	73 584

Общий эффект от внедрения проекта составляет 28 584 тыс. руб., что рассчитывается как разница между экономией на закупке электроэнергии (73 584 тыс. руб.) и затратами на проект (45 000 тыс. руб.).

Окупаемость проекта представлена на формуле 1:

$$\text{Окупаемость} = \frac{28584 \text{ тыс.руб.}}{120000 \text{ тыс.руб.}} = 4,2 \text{ (года)} \quad (1)$$

Согласно расчетам, с учетом установки шести турбодетандеров и последующими расходами на подогрев газа с помощью теплообменников, проект окупится примерно через четыре года.

Библиографический список

1. Миллиардная «запруда» в «Газпроме». – Компромат.Ру / Compromat.Ru [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.compromat.ru/page\\_34789.htm](https://www.compromat.ru/page_34789.htm) (дата обращения: 17.04.2024). – Режим доступа : свободный.
2. URL: <http://www.turboden.ru> (дата обращения: 17.04.2024). – Режим доступа : свободный.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТИТАНОМАГNETИТОВЫХ РУД В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ НТМК»

Пантюхин Александр Денисович, студент  
Седых Владислав Александрович, студент  
Стариков Илья Олегович, студент  
Хлопунов Иван Дмитриевич, студент  
Пыхтеева Ксения Борисовна, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: [hlopunovivan4@gmail.com](mailto:hlopunovivan4@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** К настоящему времени в мировой практике сформировались два основных способа (схемы) комплексной переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов с извлечением ванадия: пирометаллургический и гидрометаллургический. Особенно большое распространение получила первая схема, которая предусматривает многостадийную переработку сырья до стали по традиционным металлургическим переделам с попутным извлечением ванадия на одной из стадий в концентрированной по ванадию продукт – малоизвестковый низкофосфористый ванадиевый шлак. Затем из него получают  $V_2O_5$ , феррованадий и другие ванадиевые продукты. Переработка ванадийсодержащих чугунов с извлечением ванадия осуществляется прогрессивным кислородно-конвертерным дуплекс-процессом (переработка чугуна на первой стадии в углеродистый полупродукт и товарный ванадиевый шлак, на второй стадии – получение стали и конвертерного шлака).

Несмотря на достаточно рентабельную схему производства, применяемую на АО «ЕВРАЗ НТМК», все же имеются и скрытые резервы для совершенствования. В частности, при существующей технологии не предусмотрен вопрос извлечения другого ценного легирующего элемента – титана. На сегодняшний момент в доменном производстве большая часть его покидает печь в виде оксидов в составе шлака.

Актуальной задачей является не только повышение степени извлечения ванадия, как ценного легирующего элемента, но и разработка способов получения титана для последующего использования в производстве.

**Ключевые слова.** Доменная печь, титаномагнетиты, чугун, шлак, ванадий, титан.

АО «ЕВРАЗ НТМК» является одним из крупнейших металлургических комбинатов в России с полным производственным циклом, который входит в группу предприятий «Евраз Групп». Железорудной базой предприятия является Качканарское месторождение титаномагнетитовых руд, разработку которого ведет АО «ЕВРАЗ КГОК».

На сегодняшний день переработка титаномагнетитовых концентратов осуществляется по двум способам: доменному (Россия, Китай) и с применением электроплавки (ЮАР). Доменный способ применим только для низкотитанистых титаномагнетитовых руд [1].

Выплавка передельного ванадиевого чугуна в доменном цехе АО «ЕВРАЗ НТМК» осуществляется на двух доменных печах, полезным объемом  $2200 \text{ м}^3$  каждая. Особенности существующей технологии являются: использование в железорудной части шихты титансодержащего окускованного сырья АО «ЕВРАЗ КГОК» и ванадийсодержащего железофлюса ОАО «ВГОК» [2].

На АО «ЕВРАЗ НТМК» переработка ванадийсодержащего титаномагнетитового сырья осуществляется по уникальной технологии, оказывающей влияние на доменное и сталеплавильное производство. Практически весь образующийся шлак от доменных печей перерабатывается в щебень. Конвертерный же шлак из-за повышенного содержания в нем ванадия и титана подвергается рециклингу (с получением железофлюса на ОАО «ВГОК» и

последующей переработкой в доменных печах НТМК) и поступление его в отвал минимально [3].

В настоящее время общий объем отходов, складываемых в отвалах, составляет 54,3 млн. т. Это неэффективное использование шлака из-за содержания титана и ванадия, что приводит к нерентабельности процесса [4].

Целью работы явилось разработать проект по переработке титаномагнетитовых руд с достижением наиболее полного извлечения ванадия и титана с учетом снижения «углеродного следа» в условиях АО «ЕВРАЗ НТМК» до 2025 г.

Основная цель проекта – до декабря 2028 г. создать и развить проект по переработке титаномагнетитовых руд с максимальным извлечением титана и ванадия, минимизируя углеродный след.

Для этого необходимо провести анализ мирового опыта в области технологий по переработке титаномагнетитовых руд и выделить наиболее доступные для АО «ЕВРАЗ НТМК». Разработать технологию и подобрать оборудование для переработки титаномагнетитов с целью достижения наиболее полного извлечения ванадия и титана с учетом минимизации «углеродного следа». Также необходимо определить возможные товарные продукты извлечения титана и их потребительские свойства, а также потенциальных потребителей и оценить экономический эффект применения технологии в перспективе пяти лет.

Оценив различные технологии, был предложен способ, который включает измельчение шлака, окислительный обжиг его с переводом ванадия в растворимую форму, охлаждение обожженного шлака, выщелачивание его с извлечением ванадия в раствор. Обжиг ведут в области температур 1050–1150 °С в течение 15–45 мин. При содержании в шлаке СаО 8 % и выше обжиг шлака осуществляют без введения добавок. При содержании в шлаке СаО менее 8 % при обжиге вводят добавки СаСО<sub>3</sub> в количестве 5–15 % от массы шлака. Обожженный шлак после охлаждения выщелачивают серной кислотой при рН 2,5–3,0 в течение 10–20 мин. Таким способом извлекается 85–97 % ванадия. После извлечения ванадия остается «кек», в котором содержится титан. Если растворить «кек» в серной кислоте, из нее выделится диоксид титана.

Гидрометаллургический метод является достаточно экологическим, но выделение СО<sub>2</sub> при обжиге и выщелачивании все же присутствует. С помощью газоотводов необходимо откачивать накопившийся СО<sub>2</sub>, очищать и затем использовать его в доменном производстве.

Диоксид титана и ванадий будут продаваться как дорогостоящие металлы. Оставшийся шлак будет использоваться для изготовления стройматериалов.

Для реализации данного проекта необходимо оборудование: емкостное агитационное оборудование (от 1 до 5 тыс. м<sup>3</sup>) – от 30 млн руб. до 160 млн руб.; бисерная мельница РИФ-БМ – 50 млн руб.; ультразвуковые диспергаторы (УДГ) – 5 млн руб.

В течение пяти лет по экономическим показателям извлеченный по данному методу титан и ванадий окупят затраты на его добычу, потому данный метод является достаточно перспективным.

#### Библиографический список

1. Загайнов, С. А. Разработка технологии доменной плавки титаномагнетитов с использованием железобокса. / С. А. Загайнов, Б. С. Тлеугабулов, С. В. Филатов [и др.] // Бюллетень Черметинформация «Черная металлургия». – № 4. – 2010. – С. 13–18.
2. Панфилов, М. И. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М. И. Панфилов, Я. Ш. Школьник, Н. В. Орининский [и др.]. – Москва : Металлургия, 1987. – 238 с.
3. Темников, В. В. Анализ образования и переработки металлургических отходов в АО «ЕВРАЗ НТМК» / В. В. Темников, Е. Г. Калимулина, Б. С. Тлеугабулов // Черные металлы. – № 7. – 2018 с.

4. Романенко А. Г. Металлургические шлаки / А. Г. Романенко. – Москва : Металлургия, 1977. – 149 с.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РУДНОУГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛОПРОДУКТА И ПЫЛИ ОТ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ВАНАДИЕВОГО ЧУГУНА

Половец<sup>1,2</sup> Михаил Вячеславович, аспирант, ведущий инженер-технолог  
Котюков<sup>1,2</sup> Тимофей Дмитриевич, студент, ведущий инженер-технолог  
Сидоров<sup>2</sup> Евгений Александрович, начальник лаборатории  
металлургических испытаний  
E-mail: [Mikhail.Polovets@evraz.com](mailto:Mikhail.Polovets@evraz.com)

1 – АО «ЕВРАЗ НТМК»  
г. Нижний Тагил, РФ

2 – Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина  
г. Екатеринбург, РФ

**Аннотация.** При сухом тушении кокса образуется побочный продукт – пыль от установки сухого тушения кокса. Использование этой пыли не находит широкого применения и применяется в качестве добавки к пылеугольному топливу, либо складывается. В настоящее время в шихте доменной печи, помимо железорудного сырья и топлива, используются различные металлические добавки, вносящие дополнительное железо. В качестве одной из металлодобавок выступают доменные брикеты, которые изготавливают из металлопродукта со связующим – жидким стеклом. К металлопродукту в шихту доменных брикетов можно добавлять различные компоненты, например, пыль от установки сухого тушения кокса. Пыль в составе брикетов позволит внести в шихту доменной печи дополнительный углерод, являющийся восстановителем. На восстановление доменных брикетов затрачивается монооксид углерода, образующийся при горении кокса, поэтому добавление пыли от установки сухого тушения кокса в доменные брикеты позволит восстанавливать их прямым путем в процессе нагрева шихты. Образующийся при этом монооксид углерода пойдет на восстановление железорудного сырья косвенным путем, что приведет к снижению удельного расхода кокса, а также позволит снизить эмиссию CO<sub>2</sub>. Для использования рудноугольных брикетов в производстве необходимо в лабораторных условиях определить их физико-механические и термические свойства.

**Ключевые слова.** Рудноугольные брикеты, прямое восстановление, косвенное восстановление, углерод, пыль УСТК, металлопродукт.

В качестве восстановителя в составе брикетов была выбрана пыль от установки сухого тушения кокса (пыль УСТК), которая является побочным продуктом и требует дальнейшей переработки. Пыль УСТК содержит углерод, что позволяет восстанавливать оксиды железа прямым путем.

### *Изготовление и состав рудноугольных брикетов*

Была изготовлена опытная партия рудноугольных брикетов (брикеты РУ) в виде таблеток диаметром 40 мм и толщиной 25 мм. При их изготовлении использовались металлопродукт (88,12 %) и пыль УСТК (11,88 %). Металлопродукт – это продукт переработки отвальных шлаков, содержащий не менее 50 % Fe<sub>общ</sub>. В качестве связующего применялось жидкое стекло (12,30 % от массы шихты). Количество пыли УСТК рассчитывалось из потребности в углероде на восстановление оксидов железа в металлопродукте. Полученные брикеты высушивались до постоянной массы, после чего подвергались испытаниям. В табл. 1 приведен химический состав рудноугольных брикетов и брикетов доменных (брикеты Д), используемых в настоящее время в шихте доменной печи. Доменные брикеты изготавливаются из металлопродукта без использования пыли УСТК.

Таблица 1

## Химический состав брикетов РУ и брикетов Д, %

Наименование	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>мет</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Брикеты РУ	61,36	15,33	35,33	0,54	8,43	1,16	0,09
Брикеты Д	64,11	25,71	37,83	0,39	–	1,10	0,05

*Испытания рудноугольных брикетов*

Для определения физико-механических и термических свойств рудноугольных брикетов проводились следующие испытания.

1. *Горячая прочность.* Навеску брикетов изотермически восстанавливали в течение 60 мин в неподвижном слое при температуре 500 °С, продувая восстановительным газом (20 % СО, 20 % СО<sub>2</sub>, 2 % Н<sub>2</sub>, 58 % N<sub>2</sub>). После восстановленные брикеты помещались в барабан, который вращался со скоростью 30 об/мин в течение 10 мин. Далее навеску рассеяли на ситах с размером ячеек 6,3 мм, 3,15 мм и 0,5 мм и рассчитали показатели прочности. Для сравнения аналогично были испытаны доменные брикеты.

2. *Прямое восстановление в инертной среде.* Навеску брикетов нагревали в инертной среде азота до 1100 °С. Навеска восстанавливалась до установления постоянной массы.

3. *Косвенное восстановление.* Навеску брикетов нагревали до 1100 °С и подавали восстановительный газ (40 % СО, 2 % Н<sub>2</sub>, 58 % N<sub>2</sub>) с расходом 10 л/мин. Навеска восстанавливалась до установления постоянной массы.

**Результаты испытаний**

В табл. 2 приведены результаты испытаний рудноугольных и доменных брикетов. Для сравнения приведены результаты испытаний рудноугольных брикетов, изготовленных из концентрата ЕВРАЗ КГОК и пыли УСТК.

Таблица 2

## Результаты испытаний

Испытание	Показатель	Брикеты РУ	Брикеты Д	Рудноугольные брикеты ЕВРАЗ КГОК
Горячая прочность	RDI <sub>+6,3</sub> , %	71,93	68,03	–
	RDI <sub>-3,15</sub> , %	22,07	26,64	–
	RDI <sub>-0,5</sub> , %	8,46	10,27	–
Прямое восстановление	Степень восстановления, %	83,3	–	92,8
	Степень металлизации, %	95,0	–	–
	Время восстановления, мин	195	–	234
	Эмиссия СО <sub>2</sub> , кг/кг Fe	0,30	–	0,64
Косвенное восстановление	Степень восстановления, %	87,0	71,6	–
	Степень металлизации, %	96,1	–	–
	Время восстановления, мин	195	240	–
	Эмиссия СО <sub>2</sub> , кг/кг Fe	4,15	6,53	–

По результатам испытания рудноугольных брикетов показатель прочности RDI-1<sub>+6,3</sub> составил 71,93 %, а истираемости RDI-1<sub>-0,5</sub> – 8,46 %, что несколько лучше, чем у доменных брикетов.

Использование дополнительного газообразного восстановителя приводит к незначительному увеличению конечной степени восстановления (+3,7 %) за то же время, при этом степень металлизации остается на том же уровне. Таким образом, можно утверждать, что



СО практически не участвует в процессах восстановления брикетов и будет затрачиваться для восстановления других железорудных материалов.

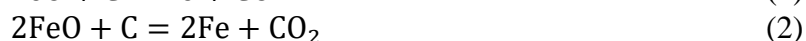
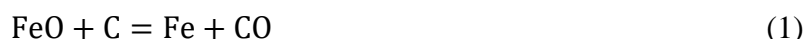
Химический состав восстановленных рудноугольных брикетов приведен в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав рудноугольных брикетов до и после испытания

Наименование	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>мет</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Исходные брикеты	61,36	15,33	35,33	0,54	8,43	1,16	0,09
Прямое восстановление	70,59	4,55	67,05	0,58	4,34	0,93	0,12
Косвенное восстановление	69,92	3,54	67,17	0,72	4,72	1,06	0,11

Реакция прямого восстановления оксидов железа может протекать как с образованием СО, так и с образованием СО<sub>2</sub>. При протекании реакции до СО<sub>2</sub> расход углерода в 2 раза ниже, так же как и эмиссия углекислого газа. Реакции представлены формулами [1,2]:



Остаточный углерод в брикетах свидетельствует о протекании реакции прямого восстановления до СО<sub>2</sub>. Следовательно, непрореагировавший углерод будет участвовать в процессах теплогенерации в нижней части доменной печи и экономить расход углерода топлива.

В настоящее время в шихте доменных печей удельный расход доменных брикетов составляет около 22,5 кг/т чугуна. В случае их полной замены на рудноугольные брикеты, содержащих 8,43 % углерода, получится внести в шихту дополнительные 1,89 кг углерода на 1 т чугуна. С учетом, что содержание углерода в коксе составляет примерно 88 % применение рудноугольных брикетов позволит сократить удельный расход кокса на 2,15 кг/т чугуна.

### Выводы

Рудноугольные брикеты являются более прочными при восстановлении в сравнении с доменными брикетами.

Восстановление рудноугольных брикетов как прямым, так и косвенным путем практически одинаково. Использование дополнительного СО не оказывает значительного влияния на восстановительные процессы. Таким образом, избыток монооксида углерода будет затрачиваться на восстановление других железорудных материалов, снижая затраты углерода.

Остаточный углерод в восстановленных брикетах свидетельствует о протекании реакции прямого восстановления до СО<sub>2</sub>, что дает экономию углерода в 2 раза. При текущем расходе пыли УСТК на брикет остаточный углерод будет участвовать в теплогенерации в нижней части доменной печи.

Применение рудноугольных брикетов в шихте доменных печей теоретически приведет к снижению удельного расхода кокса на 2,15 кг/т чугуна, а, следовательно, и снижению эмиссии СО<sub>2</sub>.

Применение рудноугольных брикетов решает вопрос переработки пыли от установки сухого тушения кокса.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС КБЦ АО «ЕВРАЗ НТМК»

Розенбах Илья Олегович, студент  
Шевченко Олег Игоревич, д-р тех. наук, доц.  
E-mail: [Rozenbah84@gmail.com](mailto:Rozenbah84@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В условиях колесобандажного цеха (далее – КБЦ) АО «ЕВРАЗ НТМК» на двух линиях выходного контроля проводится приемо-сдаточный контроль продукции КБЦ. Колеса подвергаются следующим видам контроля: визуально измерительному, ультразвуковому и магнитопорошковому. Эти виды контроля позволяют контролировать все элементы колеса, заложенные в нормативной документации. Визуально измерительный позволяет контролировать размеры колеса и поиск видимых дефектов, ультразвуковой контроль позволяет искать внутренние дефекты и магнитопорошковый контроль позволяет найти поверхностные дефекты невидимые глазом. При этом контроль на наличие внутренних дефектов осуществляется ультразвуковым методом в иммерсионном режиме с применением иммерсионного прямого совмещенного пьезоэлектрического преобразователя. В связи с долгим сроком службы, растущим требованиям к колесам по внутренним дефектам был рассмотрен вопрос замены старой установки ультразвукового контроля на новую с применением ультразвуковой фазированной решетки. Приведены основные плюсы и минусы фазированных решеток.

**Ключевые слова.** Ультразвуковой контроль, фазированная решетка, колеса, обод, ступица.

Для повышения конкурентности готовой продукции и повышения качества колес встала необходимость модернизации установки ультразвукового контроля. Ультразвуковой контроль (далее – УЗК) проводится на установках *RWI-01*. В состав установки входят две иммерсионные ванны, в каждой из которых находятся 11 преобразователей. Согласно требованиям документации, автоматизированному УЗК подвергаются следующие элементы колеса: обод с поверхности катания продольными волнами в радиальном направлении, обод с внутренней боковой поверхности колеса продольными волнами в осевом направлении, ступица эхо-методом с торцевой поверхности с внутренней стороны колеса продольными волнами в осевом направлении. Допускается по согласованию изготовителя и заказчика дополнительно проводить УЗК диска эхо-методом с внутренней боковой поверхности колеса продольными волнами в направлении, перпендикулярном поверхности ввода ультразвука [1, 2, 3]. Чувствительность эхо-метода позволяет выявлять внутренние дефекты размером 1,0 мм для обода и 3,0 мм для ступицы и диска. Требования к колесам растут с каждым годом, при этом установка ультразвукового контроля эксплуатируется в КБЦ уже более десяти лет, что привело к моральному устареванию оборудования. Поэтому встал вопрос о замене оборудования УЗК.

Новая установка УЗК колес должна обеспечивать:

- выполнение требований к неразрушающему контролю колес, выпускаемых по всем отечественным и международным стандартам;
- производительность не менее 300 тыс. колес при уровне возврата 5 % брака и проб по 0,7 % соответственно;
- контролю эхо-методом должны подвергаться следующие элементы колеса: обод с поверхности катания и внутренней боковой поверхности, ступица с внутренней боковой поверхности, гребень с внутренней поверхности. Зеркально-теневому методу подвергаются

следующие элементы: ступица с внешней боковой поверхности, диск с внутренней и внешней боковой поверхности.

Указанным требованиям удовлетворяет установка ультразвукового контроля *NORDISCAN-W-1100* производства ООО «КОМПАНИЯ «НОРДИНКРАФТ». Установка позволяет контролировать колеса диаметром по кругу катания от 760 мм до 1098 мм, шириной обода от 129 мм до 148 мм и ступицу длиной от 162 мм до 210 мм. Продолжительность контроля основных элементов колеса (обод, ступица) составляет не более 80 с. За это время колесом выполняется четыре оборота со смещением преобразователей между оборотами с шагом до 20 мм. Дополнительно выполняется линейное сканирование, что увеличивает контролируемую полосу 25 мм и более, при этом обеспечивается необходимое перекрытие.

Главным отличием новой установки от существующей является применение линейной фазированной решетки (рис. 1), что позволяет эффективно управлять параметрами акустического поля. Сдвиг акустического поля осуществляется путем разбивания элементов на группы и последовательной активизацией этих групп (пример разбивка комбинирования: 1+2+.....+12; 7+8+.....+12; 13+14+.....+25 и т. д.). Параметры диаграммы направленности каждой группы корректируются за счет выбора количества элементов, входящих в группу. К плюсам фазированных решеток можно отнести хорошую наглядность дефектов на экране дефектоскопа, повышенную скорость контроля.



Рис. 1. Пример фазированной решетки из 48 элементов

Блоки ультразвуковых преобразователей расположены на двух измерительных модулях. Контроль ступицы и гребня проводится 16-элементной фазированной решеткой, обод и диск контролируются 48-элементной фазированной решеткой.

Таким образом, установка ультразвукового контроля *NORDISCAN-W-1100* является современным, высокотехнологичным комплексом для автоматизированного контроля железнодорожных колес с высокой скоростью контроля, малыми неконтролируемыми зонами, с возможностью контроля на различных уровнях чувствительности в зависимости от требований нормативной документации.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 34650–2020 Колеса цельнокатаные и бандажи колесных пар железнодорожного подвижного состава. Методы неразрушающего контроля. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 31 с.
2. DIN EN 13262-2020 Колесные пары и тележки. Колеса. Требования к продукции – Германия, 2020. – 59 с.
3. ГОСТ 10791 Колеса цельнокатаные. Технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 32 с.

# **СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ**

## СИНТЕЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ AlMg<sub>4</sub>Sc МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

Зотов Борис Олегович, инженер научного проекта  
Федоренко Леонид Владимирович, младший научный сотрудник  
Егоров Владимир Юрьевич, инженер научного проекта  
Чернышихин Станислав Викторович, заведующий лабораторией  
E-mail: [1601924@edu.misis.ru](mailto:1601924@edu.misis.ru)

Университет науки и технологий МИСИС  
г. Москва, РФ

**Аннотация.** В данной работе исследовано влияние технологических параметров на качество получаемых образцов сплава AlMg<sub>4</sub>Sc методом селективного лазерного плавления. Выявлено оптимальное технологическое окно параметров процесса, при котором относительная плотность образцов достигает 99,8 %. Структура полученных образцов сплава AlMg<sub>4</sub>Sc характеризуется наличием ванн расплава с мелкозернистой структурой, образующейся в результате высокой скорости охлаждения при кристаллизации.

**Ключевые слова.** Аддитивные технологии, селективное лазерное плавление, алюминиевые сплавы, Al-Mg-Sc.

Алюминиевые сплавы находят широкое применение в различных областях промышленности, таких как автомобильная, аэрокосмическая, железнодорожная и другие, благодаря универсальному сочетанию свойств алюминия, а именно высоким коррозионной стойкости, удельной прочности и плотности. Другим важным фактором распространения алюминиевых сплавов является развитие аддитивных технологий (АТ), что позволяет создавать детали со сложной геометрической формой и тонкими стенками. Наибольший интерес в качестве материала для АТ получили сплавы на основе Al-Si. Особое внимание получил сплав AlSi<sub>10</sub>Mg. Однако применение последнего в особо ответственных изделиях ограничено недостаточным уровнем механических свойств: его предел прочности составляет около 400 МПа. В связи с вышесказанным поиск новых сплавов с улучшенными механическими свойствами является актуальной задачей.

Одним из перспективных семейств алюминиевых сплавов в АТ является Al-Sc. Легирование скандием позволяет улучшить прочностные свойства за счет образования упрочняющей фазы Al<sub>3</sub>Sc, которая обладает близкими по значению параметрами решетки, что и матрица α-Al. Такие параметры решетки приводят к более интенсивному зародышеобразованию α-Al, что ведет к подавлению эпитаксиального роста столбчатых структур.

Поскольку скандий является относительно дорогим элементом, в данной работе рассматривается сплав AlMg<sub>4</sub>Sc с содержанием скандия 0,3 масс. %. Распределение размеров частиц порошка которого лежало в диапазоне от 20 до 60 мкм. Форма частиц преимущественно сферическая, что положительно влияет на процесс селективного лазерного плавления (СЛП). Исследуемый сплав имеет следующий химический состав (масс. %): Mg 4,3; Sc 0,3; Fe и Mn 0,5; Al ост.

Процесс СЛП производился на установке AddSol D50, технические параметры которой указаны в табл. 1. 3D принтер оснащен иттербиевым волоконным лазером, а печать производится в инертной среде аргона с содержанием кислорода до 0,001 %. Для поиска технологического окна печати AlMg<sub>4</sub>Sc были выбраны следующие режимы: мощность лазера – 300 Вт; скорость сканирования лазера – 300–750 мм/с; расстояние штриховки – 60–120 мкм; толщина слоя – 20 мкм.

## Технические характеристики установки СЛП AddSol D50

Параметр	Значение
Мощность лазера, Вт	50–400
Скорость сканирования, мм/с	100-1500
Размер фокусного пятна лазера, мкм	80
Диаметр области построения, мм	50
Высота области построения, мм	150
Длина волны лазера, мкм	1070

Представленные режимы позволяют в полной мере варьировать значения объемной плотности энергии, рассчитываемой по следующей формуле:

$$ED_v = \frac{P}{v \cdot h \cdot t} \quad (1)$$

где  $P$  – мощность лазера,  $v$  – скорость сканирования,  $h$  – расстояние штриховки,  $t$  – толщина слоя.

Таким образом, объемная плотность энергии варьировалась от 160 до 800 Дж/мм<sup>3</sup>. Образцы, полученные в результате синтеза, были исследованы при помощи оптической микроскопии. Микрофотография поверхности сплава AlMg<sub>4</sub>Sc представлена на рис. 1.

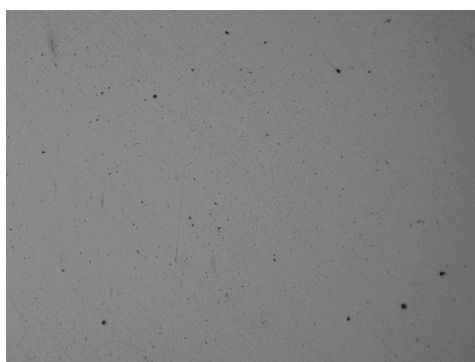


Рис. 1. Микрофотография поверхности образца сплава AlMg<sub>4</sub>Sc

По результатам металлографического анализа можно установить, что высокие плотности энергии приводят к уменьшению относительной плотности образцов, что вероятно связано с образованием слишком глубокой ванны расплава в процессе СЛП и, следовательно, с появлением дефектов по типу «замочная скважина». На рис. 2 представлена зависимость плотности образцов от объемной плотности энергии.

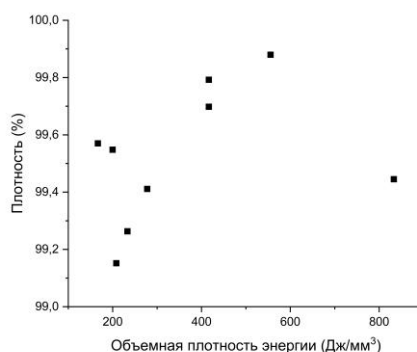


Рис. 2. Зависимость объемной плотности энергии от относительной плотности образцов AlMg<sub>4</sub>Sc

В свою очередь низкая плотность энергии может приводить к дефектам недостаточного переплавления порошкового слоя с предыдущими слоями, что также вызывает несплошности в структуре (рис. 3). Анализируя полученную зависимость, можно установить, что оптимальная плотность энергии для обеспечения относительной плотности сплава AlMg<sub>4</sub>Sc более 99,8 % лежит в диапазоне 230–280 Дж/мм<sup>3</sup>.

Для проявления микроструктуры исследуемые образцы предварительно были протравлены раствором Келлера и рассмотрены на оптическое микроскопии (рис. 3). Характерные области представляют собой следы от кристаллизации ванны расплава, появляющиеся в процессе СЛП по направлению печати (рис. 3, б). В горизонтальном же направлении отчетливо проявляются следы прохода лазера и границы ванн расплава (рис. 3, а), которые при кристаллизации образуют уникальную ультрамелкозернистую структуру, по причине быстрого охлаждения, что положительно сказывается на механических свойствах сплава. Исходя из закона Хола-Пэтча, такая ультрамелкодисперсная структура должна приводить к повышенным значениям показателей прочности.

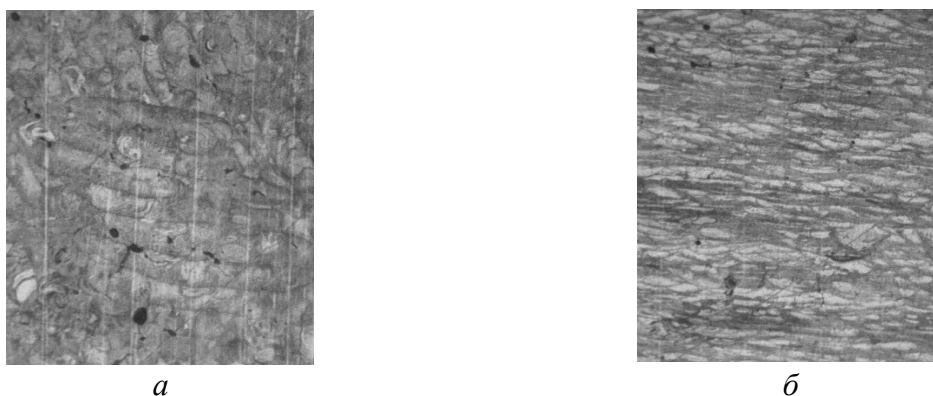


Рис. 3. Характерные дефекты сплава AlMg<sub>4</sub>Sc, полученные методом СЛП:  
а – вид сверху; б – вид сбоку

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Было исследовано влияние технологических параметров процесса СЛП на качество напечатанных изделий. Установлен оптимальный диапазон значений объемной плотности энергии, при котором пористость образцов не превышала 0,2 %. Так, объемная энергия 250 Дж/мм<sup>3</sup> соответствует следующим параметрам печати: скорость сканирования – 700 мм/с; мощность лазера – 350 Вт; толщина слоя – 0,2 мм; расстояние штриховки – 0,1 мм. В будущей работе планируется исследование механических свойств сплава AlMg<sub>4</sub>Sc, изготовленного методом СЛП.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-79-30025, <https://rscf.ru/project/19-79-30025/>

#### Библиографический список

1. Aversa, A. New Aluminum Alloys Specifically Designed for Laser Powder Bed Fusion: A Review / A.Aversa [et al.] // Materials. – 2019. – Vol. 12. – № 7. – P. 1007.
2. Aboulkhair, N. T. 3D printing of Aluminium alloys: Additive Manufacturing of Aluminium alloys using selective laser melting / N. T. Aboulkhair [et al.] // Prog Mater Sci. – 2019. – Vol. 106. – P. 100578.
3. Schimbäck, D. Alloy design strategy for microstructural-tailored scandium-modified aluminium alloys for additive manufacturing / D. Schimbäck [et al.] // Scr Mater. – 2022. – Vol. 207. – P. 114277.
4. Lu, Y. Microstructural Evaluation and Tensile Properties of Al-Mg-Sc-Zr Alloys Prepared by LPBF / Y. Lu // Crystals (Basel). – 2023. – Vol. 13. – № 6. – P. 913.



## СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ СКАНИРУЮЩЕЙ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГОЙ

Трекин Григорий Евгеньевич, лаборант-исследователь, канд. техн. наук, доц.  
Сафонов Евгений Николаевич, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник  
E-mail: [g.e.trekin@urfu.ru](mailto:g.e.trekin@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Применение аналитических методик при расчетах термических процессов плазменной поверхностной обработки оправдано с точки зрения временных затрат и их относительной простоты, а также возможности применения инженерного программного обеспечения. С применением программной среды *Mathcad 14* в работе проанализированы температурные поля, полученные по четырем расчетным моделям подвижных источников теплоты на поверхности полубесконечного тела, различающиеся схемой источников теплоты, моделирующих сканирующую плазменную дугу. Проведенное сравнение показало, что для предварительных расчетов сечения закаленной зоны предпочтительно использование моделей составного нормально-распределенного источника теплоты, имитирующего синусоидальные колебания плазменной дуги, а также одного нормально-распределенного источника теплоты, совершающего синусоидальные колебания.

**Ключевые слова.** Плазменная закалка, сканирующая плазменная дуга, расчеты температуры, тепловые процессы, круговой нормально-распределенный источник.

Расчеты тепловых процессов для движущихся концентрированных источников по инженерным аналитическим методикам используются для предварительного определения параметров технологических режимов и результатов обработки, а также при выборе вариантов для численного более ресурсоемкого расчета. При поверхностной закалке сканирующей плазменной дугой может применяться несколько моделей расчета тепловых процессов. В качестве модели закаливаемой детали обычно используется полубесконечное тело, поскольку чаще всего обработке подвергаются достаточно массивные заготовки, обеспечивающие закалку за счет теплоотвода в их внутренние подповерхностные объемы. Для модели подвижных источников теплоты используются:

- горизонтально лежащий линейный источник (рис. 1, а);
- нормально полосовой источник – при сканировании синусоидальным сигналом выстроенные в линию поперек скорости движения нормально круговые источники с мощностью, меняющейся пропорционально времени нахождения дуги над данным участком, а их коэффициент сосредоточенности меняется с изменением длины дуги (сформированный из 5 источников представлен на рис. 1, б);
- нормально полосовой источник – при сканировании пилообразным сигналом (сформированный из 5 нормально круговых равной мощности с меняющимся коэффициентом сосредоточенности в зависимости от длины дуги, представлен на рис. 1, в);
- нормально круговой источник, совершающий синусоидальные колебания поперек скорости движения (рис. 1, г).

Для расчета использованы применявшиеся на практике режимы закалки: сила тока плазменной дуги  $I = 240$  А; напряжение  $U = 48,5$  В; скорость движения дуги  $V = 3,0$  см/с; колебания дуги синусоидальные частотой 50 Гц с амплитудой 10 мм.

Коэффициент полезного действия дуги принят равным 0,55, согласно рекомендациям работы [1]. Коэффициенты сосредоточенности рассчитывались по данным работ [2, 3]. Теплофизические свойства для среднего химического состава стали 30ХНМА рассчитывались по методике работы [4], температура превращения по [5]. Расчет осуществлялся



в программной среде *Mathcad 14* по формулам из работы [6] для нормально-кругового источника (из совокупности таких также формировались и составные источники), линейного лежачего источника и нормально-кругового, совершающего синусоидальные колебания поперек скорости перемещения.

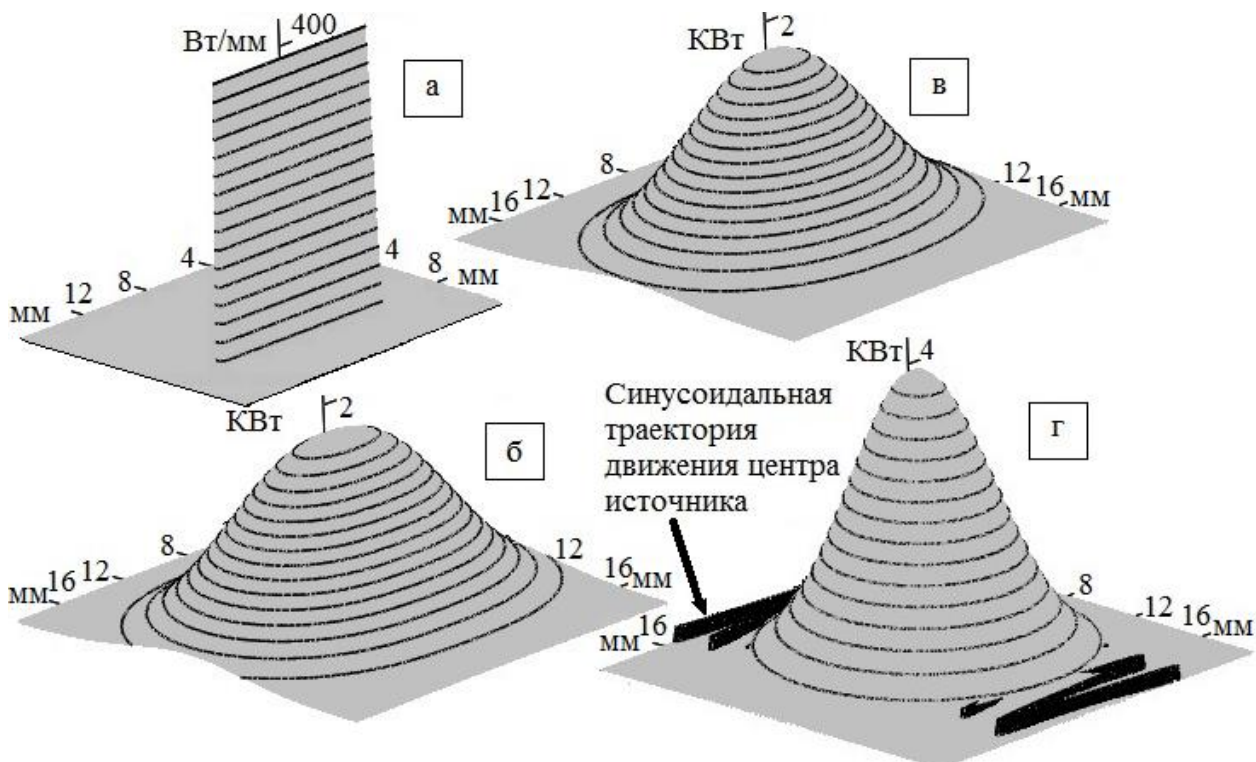


Рис. 1. Расчетные распределения мощности источников теплоты:

- a* – для линейного лежачего источника теплоты;
- б* – для составного источника, имитирующего синусоидальные колебания;
- в* – для составного источника, имитирующего пилообразные колебания;
- г* – для нормально-распределенного источника, совершающего синусоидальные колебания

Результаты расчетов представлены на рис. 2 и 3. Сравнение моделей источников показывает, что ключевую роль в формировании температурного поля обрабатываемой детали играет плотность распределения энергии в пятне нагрева. При максимальной концентрации энергии размеры зоны нагрева выше температуры превращения Ас3, максимальны у линейного лежачего источника. При синусоидальных колебаниях источника с меньшей плотностью энергии зона нагрева сокращается и при минимальной плотности за счет распределения энергии вдоль линии объем прогрева заготовки минимален. Несмотря на различия в объеме прогретого металла, геометрические размеры поперечного сечения зоны нагрева у распределенных вдоль линии источников и у синусоидально колеблющегося достаточно близки, что позволяет использовать эти модели для определения размеров упрочненного слоя при поверхностной закалке. Для расчетного определения структуры и твердости зоны закалки использовать составные вдоль линии источники можно будет ограничено, поскольку время пребывания в температурном интервале превращения сильно сокращено.

Использование линейного лежачего источника теплоты для поверхностной плазменной обработки не применимо из-за завышенных размеров зоны нагрева. Глубина зоны нагрева близка к реальной для составного источника, имитирующего синусоидальные колебания и для одного источника, совершающего синусоидальные колебания. Ширина зоны нагрева с реальной не совпадает.

Таким образом, сравнение расчетных моделей поверхностной плазменной обработки, различающихся применяемым источником теплоты, показало, что применение кон-

центрированных источников дает завышенные размеры зоны нагрева. Применение нормально-распределенных источников позволяет более адекватно определять температурные поля в обрабатываемой детали, и они могут быть использованы на практике.

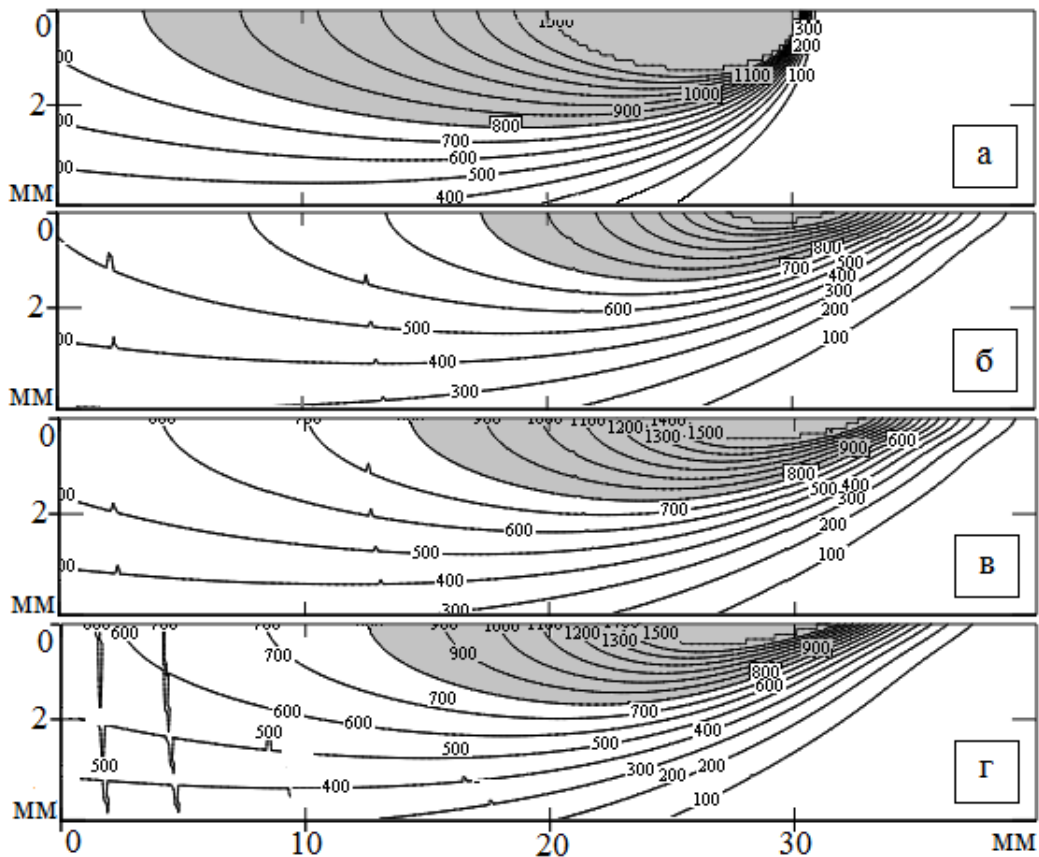


Рис. 2. Расчетное квазистационарное температурное поле в вертикальном сечении по середине источника вдоль траектории перемещения  
а, б, в, г – см. рис. 1 выделена зона нагрева выше  $A_{c3} = 800\text{ }^{\circ}\text{C}$

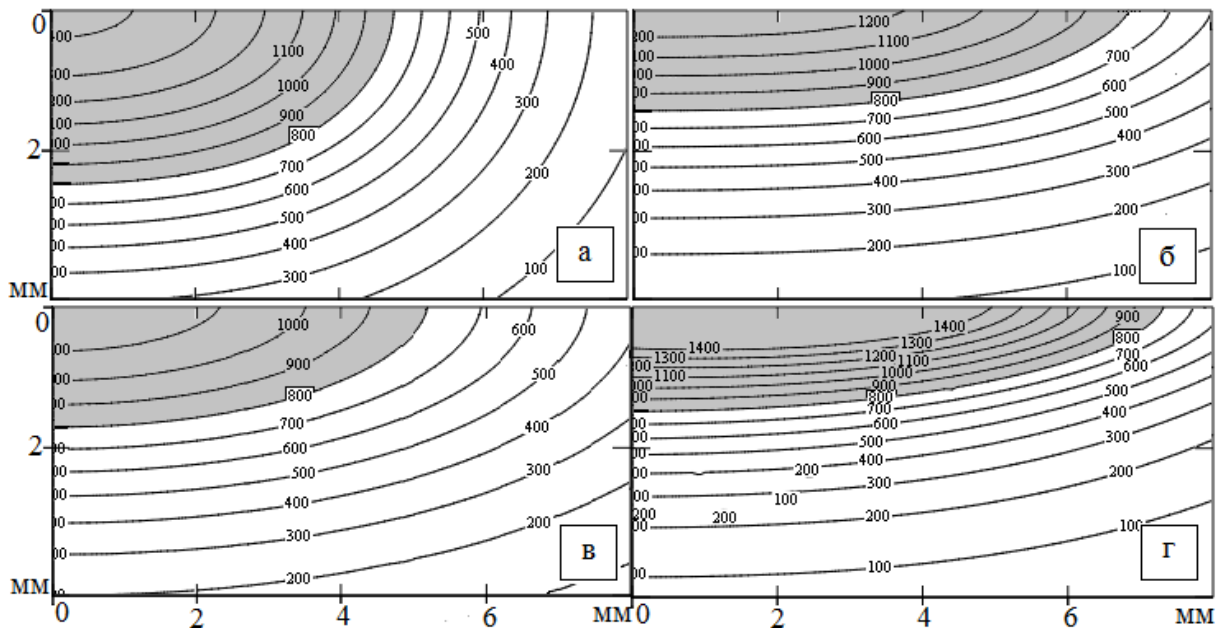


Рис. 3. Расчетное квазистационарное температурное поле в вертикальном сечении поперек траектории движения в сечении с максимальной глубиной изотермы  $A_{c3}$   
а, б, в, г – см. рис. 1 выделена зона нагрева выше  $A_{c3} = 800\text{ }^{\circ}\text{C}$

## Библиографический список

1. Соснин, Н. А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров / Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский. – Санкт Петербург : Издательство политехн. ун-та, 2013. – 406 с.
2. Обработка металлов резанием с плазменным нагревом / А. Н. Резников, М. А. Шатерин, В. С. Кунин, Л. А. Резников ; под общ. ред. А. Н. Резникова. – Москва : Машиностроение, 1986. – 232 с, ил.
3. Поляков, С. П. Плотность тока и потока энергии на анодном пятне аргоновой и азотной дуг. Теплофизика высоких температур / С. П. Поляков, П. Ф. Буланый. – Т. 21, вып. 2, 1983. – С. 246–248.
4. Конищев, Б. П. Расчет теплофизических коэффициентов сталей по их химическому составу и температурной зависимости теплофизических свойств цветных металлов / Б. П. Конищев, К. Б. Конищев // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Машиностроение и автоматизация. – № 5(102). – с. 31–36.
5. Смирнов, В. А. Основы термической обработки стали : учебное пособие / В. А. Смирнов, В. М. Счастливцев, Л. Г. Журавлев / Екатеринбург : УрО РАН, 1999. – С. 496. – ISBN 5-7691-08-48-7.
6. Victor A, Karkhin. Thermal Processes in Welding. Springer Nature Singapore Pte Ltd. – 2019 478 pp. – eBook ISBN 978-981-13-5965-1.

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ПОЛИМЕРЫ, КОМПОЗИТЫ,  
КЕРАМИКА**

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБОНИТРИДА ЦИРКОНИЯ

Кузьменко Егор Дмитриевич, студент  
E-mail: [kuzmenko70egor@yandex.ru](mailto:kuzmenko70egor@yandex.ru)

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск, РФ

**Аннотация.** В проведенной работе были исследованы физико-механические свойства керамики на основе карбида, нитрида и карбонитрида циркония, спеченной методом горячего прессования при температуре 2000 °С, давлении 30 МПа. Были определены физико-механические свойства, такие как пористость, твердость и критические коэффициенты интенсивности напряжений. Пористость образцов определялась с применением данных об истинной и кажущейся плотности образцов, определенных с использованием правила аддитивности и измерения физических параметров образцов. Механические свойства образцов определялись с использованием микротвердомера ПМТ-3. Твердость образцов определялась по Виккерсу при нагрузке на индентор в 50 г. Критические коэффициенты интенсивности напряжений определялись при измерении длин трещин, наведенных на поверхности образца на приборе ПМТ-3 при нагрузке на индентор в 200 г, что соответствует наименьшей нагрузке, при которой на поверхности исследуемых образцов наводятся трещины. Было установлено, что при получении карбонитрида циркония механические свойства образцов улучшаются, а пористость снижается. Так, было установлено, что твердость и критический коэффициент интенсивности напряжений возросли до значений 2527 HV и 6,02 МПа·м<sup>1/2</sup> соответственно, при этом пористость составила 1,33 %.

**Ключевые слова.** Карбид циркония, нитрид циркония, карбонитрид циркония, керамика, физико-механические свойства.

Керамика на основе карбида и нитрида циркония известна в применении с 80-х годов 20-го века в качестве термостойких материалов. Дальнейшее развитие материалов на основе данных соединений связано с производством инструментальных материалов. Высокие твердость, температура плавления, стойкость к агрессивной химической среде делают данные материалы перспективными объектами исследования. При этом при формировании твердого раствора карбонитрида циркония становится возможно качественно улучшить свойства материала. Следует отметить, что, согласно проведенным исследованиям [1], при формировании твердого раствора карбонитрида циркония с увеличением содержания нитрида циркония в исходной порошковой смеси наблюдается увеличение пористости образцов, что отрицательно сказывается на возможности применения данного материала в качестве инструментального. Для решения данной проблемы актуально применять спекающие добавки. В настоящее время сообщается, что в качестве спекающей добавки наиболее эффективен порошок молибдена [2]. Однако такая добавка отрицательно скажется на температуре плавления полученного материала. В связи с этим актуально применять спекающую добавку на керамической основе, такую как диоксид циркония, обладающей меньшей температурой плавления по сравнению с матричной фазой [3].

В проведенном исследовании были подготовлены смеси керамических порошков следующих составов: ZrC, ZrN, 33 мас.% ZrC – 33 мас.% ZrN – 33 мас.% ZrO<sub>2</sub>. Подготовленные смеси были спечены методом горячего прессования при температуре 2000 °С, давлении 30 МПа.

После спекания были определены пористости образцов (рис. 1). Пористости образцов определялись на основании данных о кажущейся и истинной плотностях, определенных

с применением правила аддитивности и измерения физических параметров. Было установлено, что при введении диоксида циркония наблюдалась наименьшая пористость образцов.

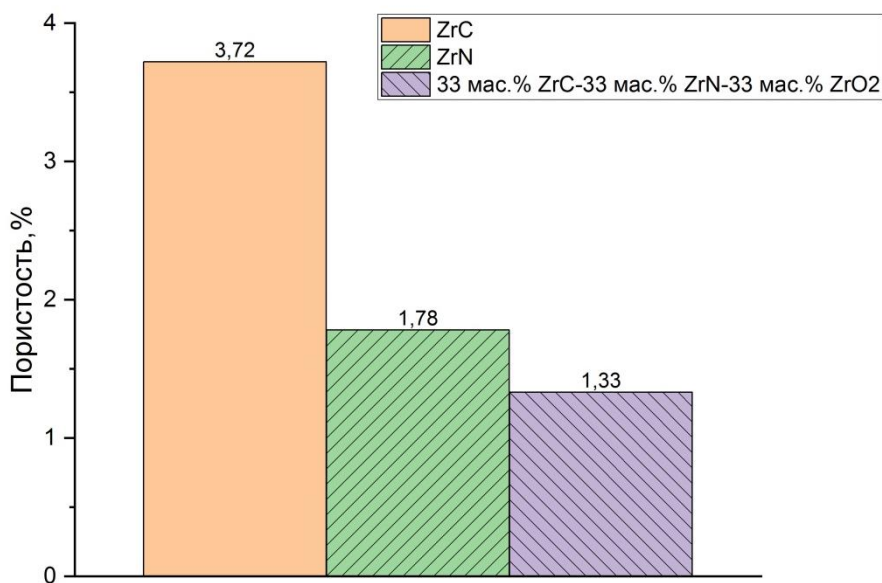


Рис. 1. Пористость исследуемых образцов

В ходе работы были исследованы механические свойства спеченных образцов на приборе ПМТ-3. Была определена твердость исследуемых образцов (рис. 2). Твердость определялась по Виккерсу при нагрузке на индентор в 50 г.

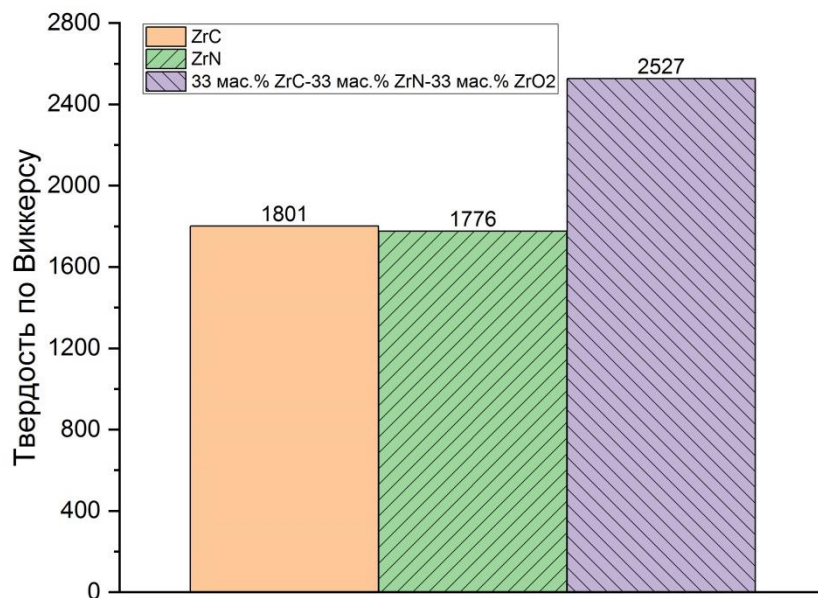


Рис. 2. Твердость исследуемых образцов

Наибольшая твердость наблюдается для образца состава 33 мас.% ZrC – 33 мас.% ZrN – 33 мас.% ZrO<sub>2</sub>, что хорошо коррелирует с его сложным составом и низкой пористостью.

Также были определены критические коэффициенты интенсивностей напряжения исследуемых образцов (рис. 3). Было установлено, что керамика состава 33 мас.% ZrC – 33



мас.% ZrN – 33 мас.% ZrO<sub>2</sub> также имеет и наибольшую трещиностойкость среди исследуемых образцов.

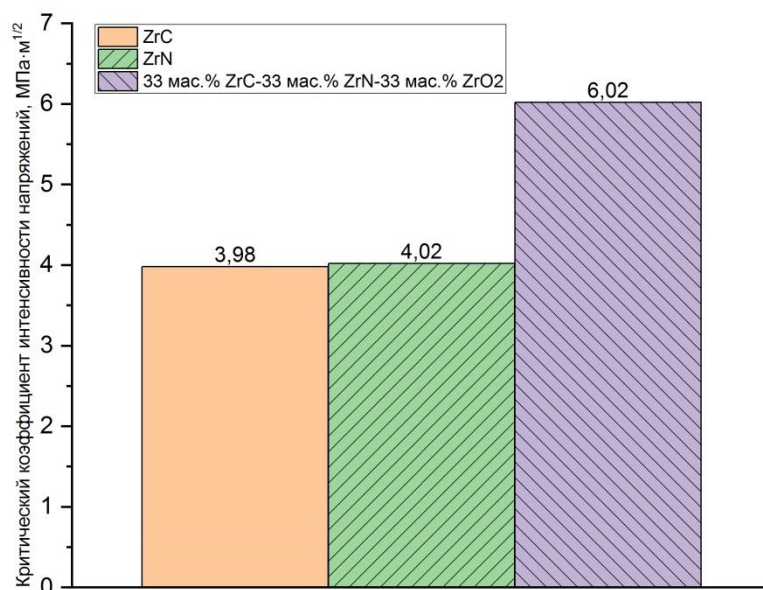


Рис. 3. Трещиностойкость исследуемых образцов

В ходе работы установлено, что при введении диоксида циркония в равных долях с карбидом и нитридом циркония наблюдается увеличение механических свойств, таких как твердость и критический коэффициент интенсивности напряжений до значений 2527 HV и 6,02 МПа·м<sup>1/2</sup> соответственно. При этом достигается низкая пористость 1,33 %.

#### Библиографический список

1. Harrison, R. W. Processing and properties of ZrC, ZrN and ZrCN ceramics: a review. *Advances in Applied Ceramics* / R. W. Harrison, W. E. Lee. – 2016. – Т. 115 (5). – P. 294–307.
2. Liang, L. Densification, microstructures, and mechanical properties of (Zr, Ti)(C, N) ceramics fabricated by spark plasma sintering/ L. Liang, B. Wei, D. Wang, W. Fang, L. Chen, Y. Wang // *Journal of the European Ceramic Society*. – 2022. – Т. 42 (14). – P. 6445–6456.
3. Lengauer, W. Transition metal carbides, nitrides, and carbonitrides / W. Lengauer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008. – P. 202–252.

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ДРЕВЕСНОГО ЭФИРА

Прохорова Наталья Алексеевна, студент  
E-mail: [prohorova4700@bk.ru](mailto:prohorova4700@bk.ru)

НТМТ НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Использование возобновляемых источников энергии обеспечивает повышение надежности энергоснабжения и экономию органического топлива. Активное внедрение энергосберегающих и энергоэффективных технологий и их кумулятивный эффект будет способствовать еще большему сокращению потребления ископаемого топлива, выброса парниковых газов и улучшению экологии. Но сегодня все еще широко распространены у населения бензиновые и дизельные электростанции (генераторы). Для их работы применяется ископаемое топливо или продукты его переработки: газ, бензин, дизель и др. Они никогда не сгорают на 100 %, и остатки загрязняют окружающую среду. Альтернативным видом топлива считается древесный эфир, в научных кругах известный как диметиловый эфир, для производства которого имеется широкая сырьевая база, в т. ч. из возобновляемых ресурсов.

**Ключевые слова.** Диметиловый эфир, экологичность, генератор, альтернативный вид топлива.

В последнее время древесный эфир (другое название – диметиловый эфир (ДМЭ)) все чаще рассматривается как перспективное «топливо будущего», в первую очередь, как заменитель дизельного топлива. Существует возможность использовать технологии автомобилестроения как основу работы маломощных генераторов бытового назначения. Но если в автогенераторах используются принудительные системы нагрева и охлаждения, то в «бытовом» генераторе есть предложение использовать естественную разность температур между помещением и окружающей средой (рис. 1). В условиях территории Урала и Сибири наибольшее КПД генератора будет достигаться в зимнее время, когда на бытовую электросеть оказываются повышенные нагрузки.

Сегодня ДМЭ в основном получают путем переработки природного газа: в процессе риформинга преобразуется в синтез-газ, затем синтез-газ превращается в метанол, и только потом получают ДМЭ. Этот процесс предполагает небольшие капиталовложения, но зато высокую стоимость конечного продукта. Другой вариант – прямой процесс конвертации синтез-газа в метанол. Но он связан с большими инвестициями при меньшей стоимости продукта.

ДМЭ представляет собой бесцветный газ с запахом, напоминающим запах хлороформа, легко переходящий в бесцветную легкоподвижную жидкость при давлении выше 5 атм, вследствие чего его хранение и транспортировку осуществляют обычно в жидком состоянии. Растворим в этаноле, диэтиловом эфире, воде. По физическим свойствам ДМЭ наиболее близок к традиционным энергоносителям: пропану и бутану [4].

По приведенным ниже причинам ДМЭ рассматривается как перспективное экологически чистое моторное топливо [3, 4] (табл. 1):

- в отличие от гомологичных эфиров не образует взрывоопасные пероксиды;
- в связи с тем, что в молекуле ДМЭ отсутствуют С-С-связи и содержание кислорода составляет около 35 %, после его сгорания в генераторе в выхлопе отсутствует сажа, а содержание СО и NO<sub>x</sub> резко снижается по сравнению с дизельным генератором, работающим на традиционном топливе;



- по цетановому числу ДМЭ превосходит дизельное топливо и ряд альтернативных топлив. Высокое цетановое число и низкая температура кипения обеспечивают хороший «холодный старт» двигателя [3] (табл. 1);
- по степени воздействия на организм вещество малоопасное (класс опасности – 4 по ГОСТ 12.1.007), оказывает раздражающее действие на глаза и верхние дыхательные пути, при длительных и повторных воздействиях повышается чувствительность кожи к диметиловому эфиру.

Таблица 1

Некоторые свойства ДМЭ, пропана и бутана

Свойства	ДМЭ	Пропан	Бутан
Точка кипения, °С	–24,9	–42,1	–0,5
Вязкость жидкости, сП	0,15	0,10	0,18
Плотность жидкости (20°С), кг/м <sup>3</sup>	668	501	610
Относительная плотность (по воздуху)	1,59	1,52	2,01
Растворимость в воде, г/л	70	0,12	0,39

### Предлагаемая модель «бытового» генератора на ДМЭ

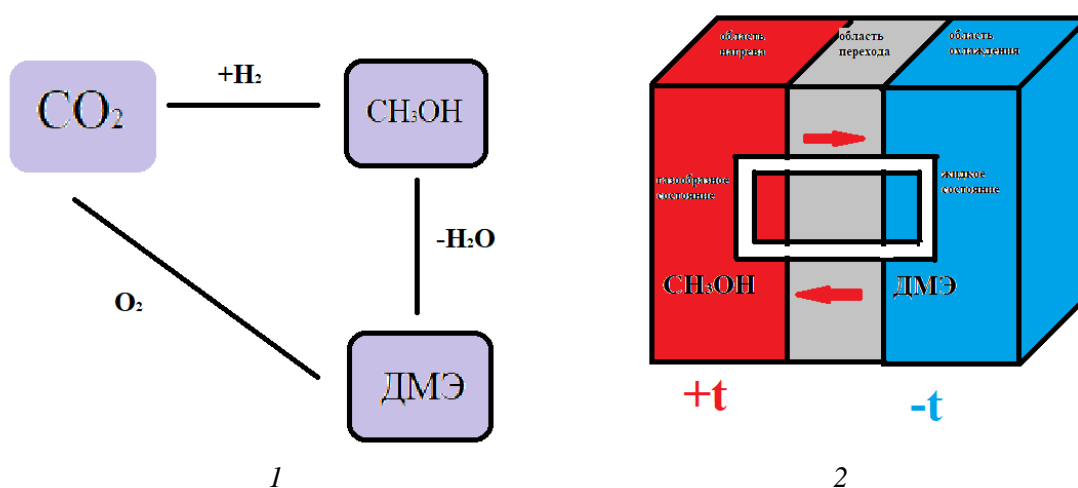


Рис. 1. Принцип действия «бытового» генератора на ДМЭ:

1 – основная реакция; 2 – предлагаемая модель

Расчеты возможности протекания реакции диметилового эфира в предлагаемой установке

Основная реакция:



Расчет энтальпии химической реакции:

$$\Delta H_{\text{ох.р.}} = (\Delta H_{\text{оэф.}} * 1 + \Delta H_{\text{о}}(\text{H}_2\text{O}) * 3) - (\Delta H_{\text{о}}\text{CO}_2 * 2 + \Delta H_{\text{о}}(\text{H}_2) * 6)$$

$$\Delta H_{\text{ох.р.}} = ((-185,3) + (-725,4)) - (-787) = -910,7 + 787 = -123,7 \text{ кДж}$$

При работе над системой был также проведен ряд расчетов (таких как расчет энтропии, расчет изобарно-изотермического потенциала, расчет затрат на запуск реакции, расчет массы оксида углерода (IV) и водорода с учетом мощности генератора и др.); проработаны стадии реакции и проведено лабораторное исследование протекания реакции (рис. 1).



Рис. 2. Лабораторная установка обратимой реакции ДМЭ

В ходе работы были сделаны выводы.

На производство 11,5 кг эфира, необходимого для генератора 2,2 л, потребуется 86 кг углекислого газа и 2 кг водорода.

ДМЭ может быть использован в качестве топлива, т. к. его индекс как озоноразрушающего и парникового газа равен 0.

Синтез ДМЭ можно осуществлять из углекислого газа, относящегося к группе парниковых, с использованием рециркуляции, т. к. селективность процесса 15 %.

Переход от существующих генераторов к предлагаемой модели не представляется технологически сложным и экономически затратным, но будет значительно выигрывать по экологическим и энергоэффективным показателям. Реконструкция производства по выпуску предлагаемых генераторов позволит России стать лидером в разработке катализатора и технологии прямого синтеза ДМЭ из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ .

#### Библиографический список

1. ТУ 20.14.63-052-05761695-2017. Эфир диметиловый жидкий.
2. Бухаркин, А. К. Основы химии и технологии производства и применения транспортных энергоносителей / А. К. Бухаркин, Н. М. Лихтерова, В. Д. Капкин. – Москва : МИТХТ, 1997.
3. Крылов, И. Ф. Альтернативные дизельные топлива. Диметиловый эфир / И. Ф. Крылов, В. Е. Емельянов // Мир нефтепродуктов. – 2007. – № 2. – С. 38–39.
4. Розовский, А. Я. Экологически чистые моторные топлива на базе природного газа / А. Я. Розовский // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005, 13. – С. 701–712.
5. Петров, А. А. Органическая химия / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Троценко. – Москва : Высшая школа, 2017. – 600 с.
6. Константы неорганических веществ : справочник / Р. А. Лидин, Л. Л. Андреева, В. А. Молочко. – 2008. – 326 с.

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА

Сутурин Данила Иннокентьевич, магистрант  
Диденко Ангелина Фёдоровна, магистрант  
E-mail: [suturin2001@mail.ru](mailto:suturin2001@mail.ru)

ИРННТУ  
г. Иркутск, РФ

**Аннотация.** На нефтяных и газовых месторождениях сосредоточено большое количество наземной техники и технологических агрегатов, которым необходимо производить замену смазывающих материалов – моторных и промышленных масел. После этого остается колоссальное количество отработанного масла, которое необходимо утилизировать или перерабатывать без вреда для экологии. Само по себе отработанное масло является отходом III класса опасности и если его еще и утилизировать методом сжигания в промышленных масштабах, то это способно нанести непоправимый вред окружающей среде.

**Ключевые слова.** Отработанное масло, пластичная смазка, отходы, технология.

Отработанное масло – технологический отход на производстве, который может нанести непоправимый вред окружающей среде при неправильной утилизации. Нами была рассмотрена возможность применения отработанного масла как сырья для приготовления пластичных смазок – материала, используемого для смазки различных узлов агрегатов для обеспечения его эксплуатационных способностей. Такой подход к переработке отработанных масел позволит получать новый продукт – пластичные смазки, которые будут использоваться непосредственно на промысле для собственных нужд, а также поможет снизить нагрузку на экологию месторождения [2–3].

Целью нашего исследования является приготовление пластичной смазки на основе отработанного масла, а также определение одного из основных показателей качества смазки – температуры каплепадения.

В качестве сырья для приготовления смазки использовали отработанное промышленное масло ВНИИНП 50-1-4ф, используемое в газотурбинных двигателях установки компрессорной станции высокого давления.

В табл. 1 представлены физико-химические свойства масла.

*Таблица 1*

Свойства масла

Показатель	Значение	Стандарт
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с: при 100 °С при минус 40 °С	3,22 1621	ГОСТ 33–2000
Температура застывания, °С	–60	ГОСТ 20287–91
Температура вспышки в открытом тигле, °С	229	ГОСТ 4333–87
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,924	ГОСТ 3900–85
Зольность, %	0,022	ГОСТ 1461–75

Готовим пластичную смазку, смешивая наше отработанное масло с солями высших карбоновых кислот на установке, представленной на рис. 1. Синтез смазки проводим в течение двух часов [4].

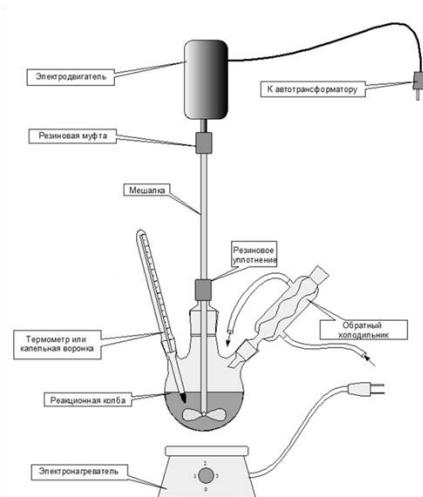


Рис. 6. Установка для приготовления пластичной смазки

По истечении двух часов, удостоверившись, что соли высших карбоновых кислот полностью растворились в масле, выключаем установку. Полученную смазку вынимаем из колбы и даем ей время охладиться и загустеть.

Далее измеряем показатель нашей приготовленной смазки – температуру каплепадения. Температура каплепадения – это показатель, который указывает на граничную температуру, при которой состав расплавляется и выделяется первая капля смазки. Для нормальной работы обслуживаемых узлов этот показатель должен превышать рабочую температуру на 10–15 градусов.

Для повышения температуры каплепадения используют различные твердые добавки: графит, сажа, дисульфид молибдена и другие добавки в виде порошков. С целью увеличения температуры каплепадения нами была введена алюминиевая добавка в различных концентрациях. Результаты каплепадения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели температуры каплепадения

Показатель	Базовая смазка	1 % алюминия	2 % алюминия	3 % алюминия
Температура каплепадения, °С	120,5	142	144	148

По результатам полученных данных, строим график зависимости температуры каплепадения в зависимости от концентрации добавки (рис. 2).

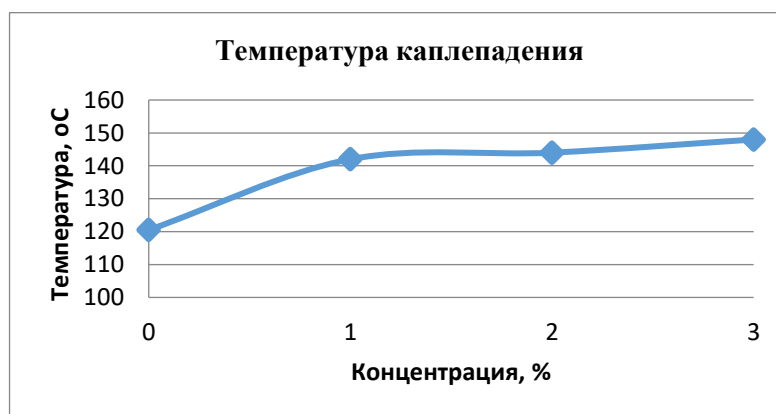


Рис. 7. График зависимости температуры каплепадения от концентрации присадки

Установлено, что при добавлении алюминиевой пудры в виде добавки происходит прирост температуры каплепадения, что повышает показатели работоспособности данной смазки.

Основываясь на полученных результатах, можно сделать вывод: данная смазка обладает хорошими показателями температуры каплепадения и может быть использована в качестве смазочных материалов в таких узлах агрегатов, как: механизмы запорной арматуры трубопроводов, червячные передачи, тихоходные подшипники и др. Использование данной смазки на территории месторождения позволит снизить экономические затраты на покупку других смазывающих материалов, а также вовлечь нефтяные отходы (отработанные масла) в производственный процесс для минимизации основного процесса утилизации масла (сжигания), что позволит значительно снизить загрязнение окружающей среды на территории месторождения.

#### Библиографический список

1. Сутурин, Д. И. Оценка перспектив исследования углеводородного сырья средне-ботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения / Д. И. Сутурин, О. В. Белозерова // В сборнике: Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2022. – 171 с.

2. Тарасов, В. В. Анализ влияния токсичных свойств отработанных смазочных масел на экологию при утилизации сжиганием в котлах и инсенераторах / В. В. Тарасов // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Т. 1. – № 1. – 2010. – 84 с.

3. Курмаев, Р. Н. Выбор и обоснование метода утилизации отработанных масел на крупных промышленных предприятиях / Р. Н. Курмаев, И. С. Глушанкова, Я. И. Вайсман // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – № 1. – 2016. – С. 38–51.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ШАМОТНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ЧАШ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Шекеро Михаил Алексеевич, студент  
Павлова Ирина Аркадьевна, канд. техн. наук., доц.  
E-mail: [shekerom@bk.ru](mailto:shekerom@bk.ru)

Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина  
г. Екатеринбург, РФ

**Аннотация.** Литье деталей вертолетной техники является технически сложным и наиболее ответственным этапом. Вследствие этого к формам, из которых происходит отливка, предъявляются жесткие требования по физико-химическим показателям – пределу прочности при сжатии, термической стойкости и содержанию оксидов железа. На основании этого предложена доработка технологии производства шамотных литейных чаш из каолина Кыштымского месторождения, шамота двух фракций и коллоидного диоксида кремния. Изготовлены образцы из перечисленных выше материалов и проведены их испытания с целью определения эксплуатационных характеристик. Определено, что образцы, выполненные с добавкой тонкомолотого шамота, удовлетворяют требованиям предела прочности при сжатии и термической стойкости.

**Ключевые слова.** Высокодисперсный диоксид кремния, наносил, наносил в огнеупорах, шамот, высокоглиноземистый шамот, муллит, муллитовые огнеупоры.

Шамотные литейные чаши используются для выплавки никелевых деталей вертолетной техники, поэтому изделия должны обладать следующими параметрами: содержание оксида алюминия должно находиться в пределах 38–40 %; предел прочности при сжатии не менее 20 МПа; высокая температура эксплуатации (1600 °С).

Для производства шамотных литейных чаш используются такие сырьевые материалы, как шамот, каолин, глинозем и коллоидный диоксид кремния (КДК). Использование каолина вместо глины объясняется тем, что в глинах наблюдается большое содержание оксидов железа FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, которые при выплавке деталей могут перейти в них, что приведет к снижению физических характеристик будущего изделия. Наряду с этим, трудностью является и то, что используемый при производстве глинозем  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при обжиге переходит в  $\alpha$ -модификацию, т. е. осуществляется монотропный переход. Данное явление сопровождается усадкой на 14 %.

Таким образом, предлагается доработать технологию производства литейных чаш, а именно: исследовать свойства образцов, в которых глинозем заменен на тонкомолотый шамот.

Для изготовления опытных образцов использовались шесть составов шихты с разным процентным содержанием шликера. Состав шихты и процентное содержание трех составов шликера в массе представлены в табл. 1.

Формование образцов с добавкой глинозема и тонкомолотого шамота производили следующим образом: шихту из шамота, каолина и глинозема (тонкомолотого шамота) перемешивали в сухом состоянии, в дальнейшем увлажняя ее шликером, состоящим из 25 % каолина и 75 % КДК.

Для получения шликера рассчитанную навеску каолина вносили в металлическую емкость, в которой находилось необходимое количество КДК, при этом тщательно перемешивая смесь.

Образцы прессовались при удельных давлениях прессования: 250, 300, 350, 400 и 450 кг/см<sup>2</sup>. Сформованные образцы имели форму цилиндра с размерами:  $d_1 = 36,0$ ;  $d_2 = 36,0$  и  $h = 36,0$  мм.

Таблица 1

## Составы шихты и процентное содержание шликера в массах

Сырьевые материалы	Содержание масс в составах, %					
	1	2	3	4	5	6
	Г-22	Г-25	Г-28	ТМШ-22	ТМШ-25	ТМШ-28
Шамот фракции 1–0 мм	60					
Каолин кыштымский	30					
Тонкомолотый шамот фракции 0,3–0 мм	–			10		
Глинозем марки Г00	10			–		
Сверх 100 % Шликер (25 % каолина кыштымского и 75 % коллоидного диоксида кремния)	22	25	28	22	25	28

Обжиг образцов производился со следующим режимом: 150 °С/час с максимальной выдержкой в 1 ч при температурах 1100, 1200 и 1250 °С.

Образцы с наиболее высокими показателями предела прочности при сжатии сформованы при удельных давлениях прессования 350 и 400 кг/см<sup>2</sup> и обожжены со следующим режимом обжига: 150 °С/ч с максимальной выдержкой в 1 ч при температурах 1100 и 1200 °С и приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Параметры формовки и обжига образцов, выбранных для определения термостойкости

Обозначение массы	Удельное давление прессования, кг/см <sup>2</sup>	Температура обжига, °С	Предел прочности при сжатии, МПа
Г-25	350	1100	25
Г-25	400	1200	28
ТМШ-22	400	1200	31
ТМШ-25	350	1200	29

Из выбранных масс сформовали по два образца в форме куба со сторонами 50×50 мм, одни из которых в дальнейшем подвергали обжигу в печи при температуре 1100 °С и охлаждению в проточной воде. Все образцы выдержали 25 водных теплосмен.

Результаты определения открытой пористости, кажущейся плотности и предела прочности при сжатии приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Свойства образцов, выполненных в форме куба

Наименование образца	Открытая пористость, %	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа
Образец Г-25 (при 350 кг/см <sup>2</sup> и 1100 °С)	32,5	1,89	22
Образец ТМШ-22 (при 400 кг/см <sup>2</sup> и 1200 °С)	28,3	1,94	24
Образец Г-25 (при 400 кг/см <sup>2</sup> и 1200 °С)	31,5	1,91	22
Образец ТМШ-25 (при 350 кг/см <sup>2</sup> и 1200 °С)	29,9	1,88	23

Следовательно, среди образцов, сформованных в виде куба, наиболее высокими показателями предела прочности при сжатии обладают образцы с добавкой тонкомолотого шамота (ТМШ-22, ТМШ-25). Все образцы, подвергнутые определению термической стойкости, выдержали 25 водных теплосмен, не распавшись.

## Выводы

При замене глинозема на тонкомолотый шамот получили сопоставимые свойства, удовлетворяющие требованиям стандарта предприятия ООО «Уральский огнеупорный завод» СТП 04218760-001-2016. Образцы, выполненные в форме цилиндров и обладающие наиболее высокими показателями предела прочности при сжатии:

– Г-25, сформованные при  $350 \text{ кг/см}^2$  и обожженные при  $1100 \text{ }^\circ\text{C}$  с пределом прочности при сжатии – 25 МПа.

– Г-25, сформованные при  $400 \text{ кг/см}^2$  и обожженные при  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$  с пределом прочности при сжатии – 28 МПа.

– ТМШ-22, сформованные при  $400 \text{ кг/см}^2$  и обожженные при  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$  с пределом прочности при сжатии – 31 МПа.

– ТМШ-25, сформованные при  $350 \text{ кг/см}^2$  и обожженные при  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$  с пределом прочности при сжатии – 29 МПа.

Образец, выполненный с добавкой глинозема Г-25, сформованный при  $400 \text{ кг/см}^2$  и обожженный при  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$  имеет предел прочности при сжатии 22 МПа. Образец, выполненный с добавкой тонкомолотого шамота ТМШ-22, сформованный при  $400 \text{ кг/см}^2$  и обожженный при  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$  имеет предел прочности при сжатии 24 МПа. Оба образца выдержали 25 водных теплосмен. Исходя из этого, для производства литейных чаш для выплавки никелевых деталей вертолетной техники предлагается заменить глинозем на тонкомолотый шамот для удешевления стоимости изделий, основываясь на исследованные свойства образцов.

## Библиографический список

1. Репина И. И. Дисперсные добавки для строительных материалов на основе минеральных вяжущих / И. И. Репина, Е. А. Карпова, А. Д. Игнатьева // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – Т. 1. – № 3.

2. Кутищева, Е. С. Способы получения высокодисперсного диоксида кремния / Е. С. Кутищева, И. О. Усольцева, Ю. В. Передерин // Ползуновский вестник. – 2021. – № 2. – 6 с.

3. Бойко, А. А. Создание, исследование и применение новых стеклообразных и композиционных материалов на основе золь-гель процесса / А. А. Бойко, Е. Н. Подденежный // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого : научно-практический журнал. – 2004. – № 4. – 8 с.

4. Стрелов, К. К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов / К. К. Стрелов, И. Д. Кашеев. – Москва : Металлургия, 1996. – 608 с.

5. Айлер Р. Химия кремнезема. Часть 1 / Р. Айлер. – Москва : МИР, 1982. – 416 с.

6. Айлер Р. Химия кремнезема. Часть 2 / Р. Айлер. – Москва : МИР, 1982. – 716 с.

7. Аристов, Г. Г. Огнеупорное производство : справочник / Г. Г. Аристов, В. А. Брон, Ю. Н. Вильк [и др.]. – Москва : Издательство «Металлургия», 1965. – 450 с.

8. Мамыкин, П. С. Огнеупорные материалы / П. С. Мамыкин. – Свердловск : Государственное научно-технической литературы по черной и цветной металлургии, 1955. – 487 с.



# **СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**

## СОВРЕМЕННАЯ РЕНОВАЦИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН НА ПРИМЕРЕ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Алтухова Виктория Юрьевна, студент  
Карандашева Мария Константиновна, старший преподаватель  
E-mail: [vikushka005@gmail.com](mailto:vikushka005@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»  
г. Липецк, РФ

**Аннотация.** Водонапорные башни – сооружения, находящиеся во многих населенных пунктах по всей России и давно не используемые по назначению. В прошлом они обеспечивали водой промышленные и жилые здания, в наши же дни водонапорные объекты представляют огромный интерес для реновации и реконструкции, позволяя создавать индивидуальный облик архитектурной среды. Данные промышленные постройки зачастую имеют выразительный силуэт, историческую значимость и неэксплуатируемые помещения, которые после реконструкции могут нести различную функцию. Также возможна реновация внешнего облика сооружения, который может заиграть новыми красками и предстать как главный арт-объект населенного пункта. На территории Липецкой области находится ряд водонапорных башен, которые могут проиллюстрировать тенденции последних лет в использовании этих интересных с точки зрения архитектуры сооружений.

**Ключевые слова.** Водонапорная башня, реновация, неэксплуатируемое промышленное сооружение, исторический памятник архитектуры, функциональное значение, общественно-культурный объект, реновация неэксплуатируемых промышленных объектов.

В России расположено большое количество промышленных объектов, построенных в период с конца XIX до середины XX века. Сооружения того времени много лет пустуют, т. к. утратили техническую и функциональную значимость, многие находятся в аварийном состоянии, однако у них есть большой потенциал в будущем при условии грамотной реновации объекта. Данные постройки зачастую являются историческим памятником архитектуры и имеют ряд преимуществ: просторные помещения, часто с высокими потолками; прочные конструкции зданий; колоритный и запоминающийся образ. Все это можно использовать для создания новых современных пространств на базе уже существующих промышленных комплексов.

Водонапорные башни занимают особое место в городском ансамбле, ведь они из-за своих высотных параметров и исторически сложившегося стиля выделяются на фоне жилой или общественной застройки. В настоящее время они утратили свое функциональное значение, однако по-прежнему могут служить важным архитектурным акцентом территории. Исходя из этого, встает вопрос о возможной реновации башен, варианты которой представлены на схеме 1.

Реновация башен в настоящее время идет преимущественно по двум направлениям: трансформация для общественной функции или жилья. Спектр использования водонапорных башен после реконструкции достаточно широк и зависит от множества факторов, ключевыми из которых являются:

- 1) местонахождение непосредственно в самом населенном пункте (центр, окраина);
- 2) техническое состояние;
- 3) тип реконструируемого объекта.

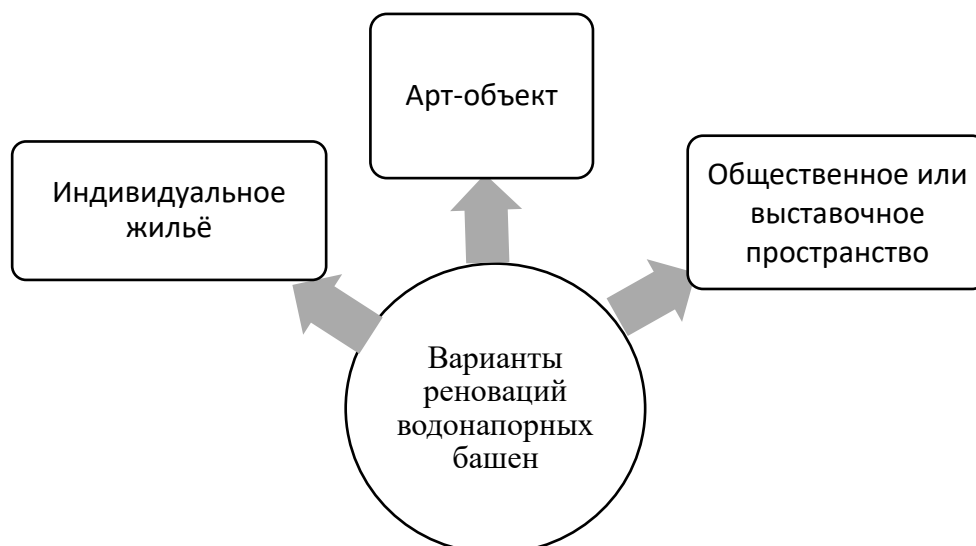


Схема 1. Варианты реноваций водонапорных башен

При выборе общественной функции внутреннее пространство используется для размещения пунктов питания (кафе, ресторан, бар), выставочных пространств и туристических мест (галерея, музей, смотровая площадка), офисов, библиотек и даже мини-гостиниц. При выборе реновации в жилое помещение, инженерное сооружение может стать индивидуальным жилым домом. Если нет возможности реконструкции внутреннего пространства башни и придания ей функциональной значимости, то можно позаботиться о внешнем виде постройки, и она сможет стать новым арт-объектом или же историческим памятником культуры.

На территории Липецкой области также находится достаточное количество водонапорных башен, часть из которых подверглась реновации, и это может стать хорошим примером для использования подобных объектов в будущем.

Первая водонапорная башня находится в Тербунах (рис. 1, а) – местная достопримечательность, построенная в селе в 1897 г. при открытии железнодорожной станции. Сейчас этот памятник архитектуры находится под охраной государства. В 2018 г. башню отреставрировали и снабдили часами-курантами, внутреннее пространство не стали трогать. Семья Аникиных, путешествовавших по России, решила поселиться в Тербунах и по собственной инициативе занялась ремонтом: был перекрыт потолок, оштукатурены стены, сделан пол и проведены инженерные сети. При этом новые владельцы достаточно деликатно подошли к внешнему облику исторической постройки – сохранен кирпичный декор, отреставрирован деревянный верх башни. Деньги, полученные по социальному контракту, потратили на необходимое оборудование магазина-кафе «Пироговой». Несмотря на отсутствие вывески, размещать которую на историческом памятнике запрещено, место это пользуется популярностью. Сейчас бывшая водонапорная башня служит точкой питания и местом посещения туристов со всей области. Данный пример реновации можно назвать положительным и успешным.

Второй вполне удачный пример реновации можно найти в Хлевном (рис. 1, б) на трассе М-4 «Дон». Водонапорная башня в данном населенном пункте была декорирована под мельницу и в настоящее время выполняет роль арт-объекта в общественном пространстве, организованном в районном центре не так давно. В данном случае речь не идет о какой-либо серьезной реконструкции. Но даже при минимальных затратах районный центр получил выразительный архитектурный объект вместо аварийного сооружения.

Елецкая водонапорная башня (рис. 1, в) – одна из самых узнаваемых построек города, возведенная в 1872 г. и до 1932 г. служившая по прямому назначению. В последующие годы башня не функционировала, только при реконструкции площади Ленина в 1974 г. ее

отреставрировали по идее ветерана войны Александра Яцунова, установили куранты, которые работают до сих пор. План реновации объекта предусматривал только обновление внешнего вида без возможности использовать внутренне пространство. Башня находится в центре города в облагороженном сквере, являющемся одним из популярных общественных городских пространств. Реновация башни имеет огромный потенциал и в использовании внутреннего пространства, которое в настоящее время не функционирует. Несмотря на небольшие габариты (одна сторона равна 10 м), здание поднимается на три яруса вверх, где на внешней стене третьего яруса и располагаются часы. Возможные варианты в использовании внутреннего пространства данной водонапорной башни: первый этаж – это место отдыха и небольшой тематический бар, второй – мини-библиотека и зона коворкинга; на 3 этаже можно предусмотреть выход на крышу и организацию смотровой площадки.



Рис. 1. Пример реновации водонапорных башен в Липецкой области:  
*а* – село Тербуны; *б* – Хлевное; *в* – город Елец

Анализ реновации в Липецкой области дал понять, каким образом становится возможным обновление неэксплуатируемых водонапорных башен. Изучение методики внедрения новых архитектурных пространств в существующую объемно-планировочную структуру водонапорных башен помогут в определении пути и приемов проектных решений для промышленных зданий и их расположения в структуре города. Проведение реновации водонапорных башен может быть не только логичным решением с точки зрения использования уже недействующего объекта, но и красивым, удовлетворяющим эстетические потребности в условиях не одной области, а всей России.

#### Библиографический список

1. Агеева, Е. Ю. Российский опыт реновации неэксплуатируемых водонапорных башен : монография / Е. Ю. Агеева, А. Л. Дубов ; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2023 – 72 с. – ISBN 978-5-528-00510-2
2. Андреев, М. Реновация промышленных территорий и объектов/ М. Андреев // Статьи [Электронный ресурс]. – 2011 – Режим доступа : [http://arch-grafika.ru/publ/bez\\_kategorij/bez\\_kategorij/renovacija\\_promyshlennykh\\_territorij\\_i\\_obektov/12-1-0-69](http://arch-grafika.ru/publ/bez_kategorij/bez_kategorij/renovacija_promyshlennykh_territorij_i_obektov/12-1-0-69). – Дата доступа 15.04.2024.
3. Веснин, И. В. Формирование новых архитектурных пространств при реновации водонапорных башен / И. В. Веснин, В. В. Кунцевич ; науч. рук. О. И. Сысоева // Актуальные проблемы архитектуры и градостроительства [Электронный ресурс] : материалы 74-ой студенческой научно-технической конференции, 19 апреля – 3 мая 2018 г. / сост. П. Г. Вардеванян ; редкол.: Г. А. Потаев, Е. Е. Нитиевская. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 23–29.

4. Плотникова, Д. Ю. Организация общественных пространств в современной городской застройке / Д. Ю. Плотникова, М. К. Карандашева // Материалы научно-практической конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. – 2020. Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=ttcxb> Дата доступа 16.04.2024.

5. Карандашева, М. К. Архитектурно-исторический потенциал Липецкой области. Достопримечательности и возможные туристические маршруты / М. К. Карандашева, Я. В. Садрина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2013. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28197396>. Дата доступа 16.04.2024.

## ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ГОРОДА НИЖНИЙ ТАГИЛ

Артюгина Мария Дмитриевна, студентка  
Береснева Дарья Романовна, студентка  
Слепынина Татьяна Николаевна, старший преподаватель  
E-mail: artjugina.mari11@mail.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Главная мысль статьи заключается в необходимости бережного сохранения и защиты объектов архитектурного наследия, которые отражают историческую и культурную ценность прошлого, сохраняют богатство и красоту архитектурного наследия, что является обязанностью и причиной гордости для общества. Подчеркивается значение сохранения и реконструкции этих зданий как объектов культурного наследия, их влияние на индустриальную культуру региона и значимость для привлечения туристов, сохранения и передачи истории будущим поколениям.

**Ключевые слова.** Объекты культурного наследия, фасад, архитектура, этаж, интерьер, стиль, дом, пропорции.

Город Нижний Тагил основан в 1722 г. и является одним из старейших промышленных центров России. Также в городе есть множество объектов культурного наследия. Объекты культурного наследия представляют собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры, т. к. являются свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры.

В настоящее время в Нижнем Тагиле находится 51 объект культурного наследия местного значения и 9 объектов федерального значения.

Комплекс Нижнетагильского металлургического завода, 1725 г. Музей-завод истории развития техники черной металлургии, основанный династией Демидовых в 1725 г., единственный в России завод-музей индустриальной культуры. Железодельный завод – сердце демидовской империи – был одним из самых крупных и передовых не только в России, но и в Европе. Разработана концепция по сохранению, адаптации, использованию и развитию комплекса, включая ландшафты и объекты; разработаны предложения к мастер-плану и модель правовой конструкции, в основе которой механизмы государственно-частного партнерства. Объект включен в инвестиционный проект «Демидов-парк», расположен в исторической части города [1].

За свою историю ансамбль завода претерпел множество реконструкций, утрат, нового строительства. Особую ценность представляла коренная реконструкция завода в первой половине XIX в. Она была связана с заменой деревянных строений на каменные по проектам выдающихся уральских архитекторов, создавших яркий горнозаводской архитектурный ансамбль в стиле русского классицизма. От этого периода сохранились недостроенный ансамбль Главного управления демидовскими заводами с лабораторным корпусом и жилым флигелем, сильно реконструированный в 1929–1930-х гг. доменный цех, заводская контора, конюшенный двор и заводской театр. Другая коренная реконструкция была связана с внедрением новых промышленных технологий в 1870–1880 гг. [1].

Дом, построенный в стиле классицизма для заводских служащих Демидова, находится на ул. Кирова 19 и 21. Жилой дом представляет завершающую фазу архитектуры классицизма на Урале 1830–1840-х гг. В плане дом прямоугольный. Строение представляет собой образец академической строгости, что проявляется в четкости членений и корректном использовании декоративных элементов. Стены первого этажа украшает досчатая

(французская) рустовка с высокими замковыми камнями над окнами. Лепной декор фасадов достаточно лаконичен [2]. Авторами проекта дома, построенного для заводских служащих, являются известные тагильские архитекторы К. А. Луценко и А. З. Комаров.

Композиционная ось главного фасада подчеркнута тремя окнами центра и фланкирующими их спаренными оконными проемами. Окна первого этажа этой основной части дома прямоугольные, окна второго этажа имеют полуциркульное арочное завершение. Все арочные окна обрамлены наличниками в виде профилированных архивольтами, опирающихся на импосты-капители тонких лопаток, которые опираются на полки подоконников. Справа к основному объему примыкает пристрой со входом и окном над ним, освещающим вестибюль с лестницей. Завершает фасад невысокий аттик, в центре которого под полуциркульной аркой устроено слуховое окно, подчеркивающее композиционную ось фасада. Оконные проемы остальных фасадов прямоугольные [3].

Предметом охраны объекта культурного наследия (ансамбля) является:

- 1) композиция фасадной линии ансамбля по ул. Кирова;
- 2) количественный состав входящих в ансамбль строений: дом, построенный в стиле классицизма для заводских служащих Демидова, расположенный по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил, ул. Кирова, д. 19; дом, построенный в стиле классицизма для заводских служащих Демидова, расположенный по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил.

Предметом охраны части ансамбля – дома, построенного в стиле классицизма для заводских служащих Демидова, расположенного по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил, ул. Кирова, д. 19, является:

- 1) объемно-планировочное решение в пределах капитальных стен первой половины XIX в.: близкая к квадратной конфигурация плана, габариты, включая всю высоту и этажность (двухэтажный);
- 2) строительные материалы: фундамент (бутовый), стены (кирпичные);
- 3) крыша: форма (вальмовая многоскатная), тип материала кровли (гладкий металл), исторические высотные отметки;
- 4) центрально-осевая композиция с ризалитом главного юго-восточного фасада;
- 5) все виды декоративного убранства фасадов в стиле классицизма первой половины XIX в. (расположение, пропорции, профили, форма, рисунок декора и материал): треугольный фронтон с гладким тимпаном на юго-восточном фасаде; венчающий профилированный карниз с кронштейнами (в т. ч. фронтона); межэтажная тяга; подоконные тяги первого и второго этажей; прямолинейные сандрики с кронштейнами над окнами второго этажа (в ризалите и чередующиеся на боковых фасадах); штукатурная рустовка стен с имитацией замковых камней на уровне первого этажа юго-восточного фасада; штукатурные профилированные оконные наличники второго этажа;
- 6) все виды дверных и оконных проемов первой половины XIX в. (расположение, размеры и форма);
- 7) заполнения оконных проемов: исторические рисунок, цвет и материал (дерево);
- 8) планировка помещений, образованная капитальными стенами, на первую половину XIX в.;
- 9) архитектурно-декоративное оформление интерьеров: (расположение, материал, пропорции, профили и форма): штукатурные профилированные карнизы двух типов; падуги;
- 10) кессонированный потолок на первом этаже;
- 11) система вентиляционных каналов и продухов в кирпичных стенах.

Предметом охраны части ансамбля – дома, построенного в стиле классицизма для заводских служащих Демидова, расположенного по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил, ул. Кирова, д. 21, является:

1) объемно-планировочное решение в габаритах капитальных стен первой половины XIX в.: близкая к квадратной конфигурация плана; габариты, включая всю высоту и этажность (двухэтажный);

2) строительные материалы: фундамент (бутовый); стены (кирпичные);

3) крыша: форма (вальмовая); тип материала кровли (гладкий металл); слуховые окна двух типов;

4) архитектурно-композиционное решение в стиле классицизма на первую половину XIX в.: композиция главного фасада с тремя оконными проемами в центре и фланкирующими их спаренными оконными проемами;

5) все виды декоративного убранства фасадов первой половины XIX в. (расположение, пропорции, профили, форма, рисунок декора и материал): профилированные карниз с модульонами и фриз с орнаментом; обрамление окон лепным архивольтом юго-восточного фасада; лопатки, рустованные на уровне первого этажа и декорированные филенками в верхней части, с завершением подкарнизными ионическими поясками; широкий межэтажный пояс с филенками на главном фасаде; рустовка стен первого этажа; парапетные кирпичные столбики в уровне кровли; прямоугольный аттик основного объема со слуховым окном под полуциркулярной аркой; прямоугольный с лучковым завершением аттик пристроя, декорированный филенкой;

6) все виды наружных дверных и оконных проемов первой половины XIX в. (расположение, форма (с прямоугольным и полуциркулярным завершениями) и размеры);

7) заполнения оконных проемов: исторические рисунок, цвет и материал (дерево);

8) планировка помещений, образованная капитальными стенами, на первую половину XIX в.;

9) все виды кирпичных перемычек первой половины XIX в. [4].

Каменный двухэтажный дом был построен, судя по его композиции и характерным деталям, по проекту служившего одно время у Демидова архитектора Чеботарева. Строение представляет собой образец академической строгости, что проявляется в четкости членений и корректном использовании декоративных элементов, которые на данный момент нуждаются в реконструкции [2].

Бывший дом Копылова, имеющий смешение архитектурных стилей, расположен в историческом центре города, поставлен по красной линии пр. Ленина. Здание представляет собой двухэтажный кирпичный объем, в плане сложной конфигурации. В центральной части здание увенчано фигурным аттиком, по углам акцентировано соразмерными коробовыми башенками. Нарядность зданию придает обильная лепная декорировка, руст первого этажа, полуколонны и пилястры. Автором дома постройки 1840-х гг. предположительно считают архитектора Александра Зиновьевича Комарова [5]. Это здание, хорошо решенное в пропорциях, с изящным фигурным аттиком и коробовыми башенками, украшенное полуколоннами, пилястрами и обильной лепниной, было одним из самых красивых в «исторической» части Нижнего Тагила. Предметом охраны объекта культурного наследия являются:

1) объемно-планировочное решение двухэтажного каменного здания на конец XIX-начало XX в.: конфигурация, близкая к Г-образной; габариты, включая всю высоту и этажность;

2) габариты и расположение фундамента, капитальных кирпичных стен и устоев ворот на конец XIX-начало XX в.;

3) строительные материалы на конец XIX-начало XX в.: фундамент здания и ворот (бутовый), стены (кирпичные); своды с распалубками подвала (кирпичные);

4) крыша с двумя башнями на конец XIX-начало XX в.: форма (многокатная, купольная коробовая); тип материала покрытия (металл);

5) стилевое и композиционное решение фасадов здания и ворот в духе эклектики на конец XIX-начало XX в.;



- 6) архитектурное решение и декоративное оформление всех фасадов на конец XIX-начало XX в. (расположение, пропорции, профили, форма, рисунок лепного декора и материал);
- 7) наружные дверные и оконные проемы на конец XIX- начало XX в. (количество, расположение, форма (лучковые и арочные) и размеры);
- 8) все виды оконных заполнений, их исторический рисунок (с Т-образной расстекловкой) и цвет (светлые с наружной стороны);
- 9) конструкция, форма, материал и декор ворот со стороны северного фасада на конец XIX- начало XX в.;
- 10) гранитные плиты крылец северного фасада на конец XIX- начало XX в. (расположение, пропорции и форма);
- 11) штукатурная отделка и окраска светлым тоном стен здания и ворот;
- 12) полуцилиндрические своды с распалубками подвала на конец XIX- начало XX в. (расположение, пропорции и форма);
- 13) ребристый потолок торгового зала первого этажа на конец XIX- начало XX в. (расположение, пропорции и форма);
- 14) декоративное убранство интерьеров на конец XIX- начало XX в. (расположение, пропорции и профили): профилированные потолочные карнизы; внутренние обрамления оконных проемов; декорированная полуциркулярная арка торгового зала первого этажа, профилированные обрамления оконных проемов;
- 15) печи на конец XIX- начало XX в. (расположение и пропорции) [6].

В настоящее время дом купца Копылова отреставрирован. Ремонтными работами занимался Владимир Бекетов – реставратор Нижнетагильского музея изобразительных искусств [6]. Фасад значительным изменениям не подвергался. Основной ущерб ему нанесло время. Предполагается, что архитектором был Александр Зиновьевич Комаров. Обильные лепные украшения и придают дому своеобразие и нарядность.

Объекты архитектуры требуют особой осторожности и защиты. Они отражают исторические и культурные ценности прошлого и являются свидетелями архитектурных стилей и техник, которые были использованы в определенной эпохе. Бережное отношение к таким объектам включает их реставрацию, консервацию и поддержание в хорошем состоянии с учетом их оригинального облика и значимости. Это позволяет сохранить и передать будущим поколениям богатство и красоту архитектурного наследия. Сохранение и защита объектов культурного наследия – это не только обязанность, но и причина гордости для каждого из нас.

#### Библиографический список

1. Комплекс Нижнетагильского металлургического завода, 1725 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ntagil.org/ekonomika/invest/ploshchadki/cultural/213107/> (дата обращения 24.11.2023).
2. Дом, построенный в стиле классицизма для заводских служащих Демидова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ntagil.org/ekonomika/invest/ploshchadki/cultural/213103/1> (дата обращения 24.11.2023).
3. Дома, построенные для заводских служащих Демидова, XIX в. (г. Нижний Тагил [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://semantic.uraic.ru/post/postbrowse.aspx?postid=7198&f=p&q2=false&index=true&plus=true&project=1> (дата обращения: 24.11.2023).
4. Приказ № 724 «Об утверждении предмета охраны объекта культурного наследия регионального значения «Дома, построенные в стиле классицизма для заводских служащих Демидова, расположенного по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил, ул. Кирова,

д. 19, 21, включенного в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» от 04.12.2019 г.

5. Бывший дом Копылова, имеющий смешение архитектурных стилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ntagil.org/ekonomika/invest/ploshchadki/cultural/213101/> (дата обращения 24.11.2023).

6. Приказ № 291 «Об утверждении предмета охраны объекта культурного наследия регионального (областного) значения «Бывший дом Копылова, имеющий смешение архитектурных стилей», расположенного по адресу: Свердловская область, г. Нижний Тагил, пр. Ленина, д. 11, включенного в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» от 12.07.2018 г.

# ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Артюгина Мария Дмитриевна, студентка  
Дубинина Вера Георгиевна, доцент  
Лунькова Лариса Юрьевна, ст. преподаватель  
E-mail: [artyugina.mari11@mail.ru](mailto:artyugina.mari11@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье рассматриваются требования пожарной безопасности зданий и сооружений, а также современные методы противопожарной защиты. Описываются основные нормы и правила, которые необходимо соблюдать при проектировании и строительстве объектов, а также различные технологии и системы, которые помогают предотвращать возгорания и снижать риск их распространения. Рассматривается система пожарной сигнализации, включающая в себя различные установки и технические средства для обнаружения огня и передачи специальных сигналов о пожаре. Приводятся перспективные методы пожаротушения, такие как автоматизированные системы обнаружения, тушения и оповещения о возгораниях.

**Ключевые слова.** Пожарная безопасность, противопожарная защита, пожарные сигнализации, установки пожаротушения, дренчерная система, спринклерная система, огнезащитность материалов.

Защита от пожаров и других чрезвычайных происшествий является одной из наиболее актуальных задач и важнейших обязанностей государства. Противопожарная защита зданий и сооружений должна предотвратить возгорания, а также свести к минимуму риски и опасные последствия для людей и имущества в случае их возникновения. Требования к безопасности определяются индивидуально по виду объекта, его категориям и классам опасности, по видам деятельности, другим показателям.

Требования пожарной безопасности представляют собой совокупность специальных социальных и технических условий, установленных с целью обеспечения защиты от пожаров. Они регламентируются федеральными законами, другими нормативно-правовыми актами Российской Федерации, а также специализированными документами, содержащими нормы и правила в области пожарной безопасности.

Системы противопожарной защиты представляют собой комплекс организационных мер и технических средств, цель которых – обеспечить безопасность людей и сохранность имущества при пожаре путем защиты от опасных факторов возгорания и минимизации его последствий. Иными словами, это совокупность действий и оборудования, направленных на предотвращение негативного воздействия пожара и ограничение возможного ущерба.

В комплекс систем противопожарной защиты входят:

- системы пожарной сигнализации и оповещения;
- системы противодымной вентиляции на путях эвакуации, в торговых залах, складах, подземном паркинге и общих зонах;
- лифты для транспортировки пожарных подразделений;
- системы подпора воздуха лестничных клеток и лифтовых шахт;
- система пожаротушения (спринклерные установки, дренчерные завесы, внутренний противопожарный водопровод).

Системы противопожарной защиты являются составной частью системы обеспечения пожарной безопасности объекта и может включать в себя следующие элементы:

- средства пожаротушения от привозных средств пожарной техники;
- автоматические установки пожарной сигнализации и пожаротушения;
- мероприятия строительной профилактики пожаров (пропитка конструкций антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных составов, устройств противопожарных преград, использование отделок, облицовок с определенными характеристиками и т. д.);
- средства противодымной защиты;
- огнепреграждающие устройства в технологическом оборудовании;
- средства оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожаре, средства обеспечения и защиты путей эвакуации;
- средства коллективной и индивидуальной защиты людей от ОФП.

Системы противопожарной защиты должны обладать надежностью и устойчивостью к воздействию опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для достижения целей обеспечения пожарной безопасности [1].

На стадии строительства для предупреждения возгораний применяются защитные меры: предварительная обработка деревянных конструкций, штукатурки, тканевых материалов специальными жаростойкими химическими составами. Такие огнезащитные пропитки повышают огнестойкость обработанных поверхностей и материалов, замедляя процесс их воспламенения при прямом воздействии открытого огня. Таким образом, применение подобных огнезащитных средств на этапе строительства позволяет существенно снизить риск быстрого распространения пожара.

Для обеспечения безопасной эвакуации в случае пожара пути эвакуации должны быть освещены естественным светом через оконные и дверные проемы в стенах. Однако в тех местах, где отсутствует естественное освещение, таких как лестничные клетки и длинные коридоры, необходимо установить специальные противодымные вентиляционные системы и системы подпора воздуха. Они автоматически включаются при срабатывании пожарной сигнализации для удаления дыма и подачи свежего воздуха, обеспечивая безопасную видимость на путях эвакуации.

Немаловажным в системе пожарной сигнализации – система установок, технических средств, целью которых является обнаружение огня, обработка и передача специальных сигналов о пожаре. Пожарные сигнализации бывают радиальными, адресными и адресно-аналоговыми [2].

В адресной системе каждому устройству (датчику дыма, тепла и т. д.) назначается уникальный идентификационный код или адрес. Благодаря этому, при поступлении сигнала тревоги на контрольную панель, можно точно определить местоположение источника возгорания. Кроме тревожного оповещения, система передает дополнительные данные, такие как причина срабатывания (обнаружение дыма или открытого пламени), текущая температура, срок службы датчика, напоминания о необходимости технического обслуживания и т. д. Это позволяет оперативно локализовать очаг пожара и предпринять соответствующие действия. Система также осуществляет постоянный мониторинг работоспособности всех подключенных устройств, сигнализируя о неисправностях или необходимости замены. Такой функционал адресной системы обеспечивает быструю и точную идентификацию источника пожарной опасности и оптимизацию мер реагирования.

Основными задачами автоматических систем пожаротушения являются: локализация и ликвидация возгорания на ранней стадии до критического повреждения строительных конструкций; предотвращение материального ущерба путем быстрого тушения пожара; устранение опасных факторов пожара (дым, токсичные газы и т. д.) до наступления угрозы для жизни людей; не допустить человеческих жертв благодаря оперативному реагированию. Главными преимуществами автоматических систем являются: 1) исключение «человеческого фактора» – безупречная работа без участия персонала; 2) мгновенное срабатыва-

ние при малейших отклонениях от нормы; 3) максимальное сохранение материальных ценностей и имущества. Автоматические установки пожаротушения считаются наиболее эффективным и надежным средством предупреждения и борьбы с возгораниями, гарантирующим безотказную работу и минимизацию ущерба.

В зависимости от видов используемых при строительстве материалов, объемно-планировочных решений определяется тип автоматической установки пожаротушения, вид огнетушащего вещества и способ его подачи в очаг пожара [2].

Одним из перспективных методов пожаротушения в настоящее время является устройство автоматизированных систем обнаружения, тушения и оповещения о пожарах.

К эффективным способам пожаротушения относится устройство систем дренчерного и спринклерного типов.

*Дренчерная* система – это установка водяного или пенного пожаротушения, оборудованная оросителями с открытыми выходными отверстиями или генераторами пены, предназначена для тушения или локализации пожара, способная начать работу в автоматическом, дистанционном или ручном режиме пуска, согласно определению в СП 485.1311500.2020.

*Спринклерные* системы – это автоматические установки водяного, пенного пожаротушения, оборудованные оросителями/распылителями с тепловыми замками, которые предназначены для тушения или локализации пожара, согласно определениям СП 485.1311500.2020.

А также переносной огнетушитель – генератор огнетушащего аэрозоля. Это новый тип первичных средств тушения пожара, включенный в перечень в июле 2017 г. и предназначенный для оперативного применения при обнаружении в защищаемых помещениях очага возгорания. Важно, что использовать его допускается только при отсутствии там людей из-за вреда образующегося аэрозольного облака для дыхания [3].

В настоящее время, наряду с традиционными методами пожаротушения, широко применяются роботизированные системы. Использование робототехнических комплексов значительно облегчает и повышает безопасность тушения пожаров, разбора завалов и проведения спасательных работ. Особенно это актуально для крупных торговых центров, где в условиях сильного задымления или частичного обрушения конструкций рисковать жизнями посетителей, персонала и пожарных было бы крайне опасно. Роботы позволяют эффективно бороться с огнем в таких сложных ситуациях, не подвергая людей непосредственной опасности.

В последнее десятилетие достигнут существенный прогресс в разработке составов для конструкций, которые позволяют повышать до требуемых значений огнестойкость металлических конструкций, ограничивать распространение огня по несущим деревянным конструкциям, а также решать различные вопросы пожарной безопасности легких панелей с эффективными утеплителями [5].

При разработке огнезащиты металлических конструкций наметилась тенденция к использованию облегченных материалов и легких заполнителей, вспученного перлита и вермикулита, минерального волокна. Высокоэффективны вспучивающиеся краски. При нагревании до 170 °С краска вспучивается и образует на поверхности металла термоизолирующий пористый слой [4].

Среди огнезащитных материалов для металла и бетона распространение получили также штучные теплоизоляционные плиты. При применении огнезащитных пропиточных составов, антипиренов, вспучивающихся красок, лаков и эмалей может ставиться задача некоторого снижения распространения пламени по поверхности деревянных конструкций, либо перевода древесины в группу трудногорючих материалов, что дает возможность резко ограничить распространение огня по ним до нормируемых пределов [5].

## Библиографический список

1. Системы противопожарной защиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://fireman.club/inseklodepia/sistemyi-protivopozharnoy-zashhityi/>, свободный. – Дата обращения 25.04.2023.
2. Буткус, Е. В. Современные подходы к обеспечению пожарной безопасности спортивных объектов. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/452/99754/>, свободный. – Дата обращения 25.04.2023.
3. Средства пожаротушения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://fireman.club/sredstva-pozharotusheniya/>, свободный. – Дата обращения 25.04.2023.
4. Огнезащита металлоконструкция [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.uzmk.su/catalog3/part1/id19/>, свободный. – Дата обращения 25.04.2023.
5. Огнезащита строительных конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.infracim.ru/sprav/spravochnik/srav/ognezashchita\\_stroitelnykh\\_konstruktsiy/](https://www.infracim.ru/sprav/spravochnik/srav/ognezashchita_stroitelnykh_konstruktsiy/), свободный. – Дата обращения 25.04.2023.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Барышников Никита Михайлович, студент  
Дубинина Вера Георгиевна, доцент  
Полежаева Анна Владимировна, старший преподаватель  
E-mail: [nik.barishnikov2000@gmail.com](mailto:nik.barishnikov2000@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Н. Тагил, РФ

**Аннотация.** К настоящему моменту возведение небоскребов стало ключевым аспектом современной архитектуры городов. Высотные здания включают в себя офисные здания, жилые комплексы, гостиничные комплексы и другие многофункциональные объекты. Они предоставляют большое количество мест для проживания, работы и отдыха, что является особенно важным для мегаполисов, где ограниченное пространство является проблемой. Однако со строительством высотных зданий связаны некоторые проблемы, такие как безопасность, экология и эксплуатация. В этой статье будут рассмотрены проблемы, связанные со строительством высотных зданий, а также перспективы их эксплуатации.

**Ключевые слова.** Высотные здания, строительство, эксплуатация, безопасность, перспективы.

В последние годы во многих странах мира можно наблюдать резкий рост строительства высотных зданий. Это объясняется не только необходимостью рационального использования пространства, но и потребностью в создании престижных объектов, привлекающих внимание туристов и инвесторов (рис. 1, 2). Перспективы в строительстве высотных зданий существуют. Кроме того, высотные здания являются объектами повышенного внимания со стороны террористов. Поэтому необходимо учитывать все возможные угрозы и обеспечивать максимальную безопасность как для посетителей, так и для работников здания.



Рис. 1. Московский международный деловой центр «Москва-Сити»



Рис. 2. Высотные здания в Объединенных Арабских Эмиратах

## **Особенности проектирования высотных зданий**

1. Глубокое изучение геологических, гидрологических, геоморфологических и климатических условий местности, на которой будет возводиться здание. Это позволяет определить необходимую прочность основания здания, предотвратить утечку воды, исключить воздействие природных катастроф, а также определить необходимые меры для защиты здания от ударов ветра.

2. Использование передовых технологий в области проектирования, таких как компьютерное моделирование и виртуальное тестирование. Они позволяют оптимизировать процесс проектирования, сократить время и затраты на его реализацию, а также улучшить качество проекта и снизить вероятность возникновения ошибок.

3. Учет особенностей эксплуатации здания и его функционального назначения. Например, высотные офисные здания требуют более высокого уровня комфорта, а жилые здания должны быть максимально безопасными и удобными для проживания.

4. Использование конструкционных материалов высокой прочности и устойчивости к нагрузкам. Среди применяемых материалов – стекло, металл, железобетон, карбоновые волокна и другие передовые разработки.

5. Разработка специальных систем безопасности, включающих в себя автоматическое пожаротушение, эвакуационные пути и прочие меры для предотвращения катастрофических последствий.

6. Учет экологических аспектов при проектировании здания, таких как энергоэффективность, использование возобновляемых источников энергии, сокращение выбросов в атмосферу и т. д.

7. Внедрение инновационных технологий в строительство и эксплуатацию высотных зданий, таких как смарт-системы управления, робототехника, дистанционное управление и др.

8. Учет требований местных и государственных норм и правил, регулирующих строительство высотных зданий.

Важный этап проектирования – это выбор оптимальной конструкции здания, которая должна обеспечить максимальную прочность и устойчивость к воздействию нагрузок. Также необходимо определить оптимальный вариант фундамента здания и способ его укрепления.

Еще одним важным аспектом является выбор конструкционных материалов, которые должны обеспечить не только максимальную прочность, но и эстетическую привлекательность здания. При этом важно учитывать экологические аспекты, такие как энергоэффективность, устойчивость к воздействию окружающей среды и т. д.

**Проблемы, связанные со строительством высотных зданий.** Строительство высотных зданий – это сложный и многоплановый процесс, который требует не только финансовых, технологических, но и инженерных ресурсов.

При строительстве высотных зданий возникают следующие проблемы.

### *Безопасность*

Проектирование высотных зданий требует высокой квалификации и опыта в области строительства и архитектуры. Ошибки в проектировании могут привести к катастрофическим последствиям и угрожать жизням людей. Поэтому, проектирование высотных зданий должно проходить поэтапно и с использованием проверенных методик и технологий. Обеспечение безопасности – первостепенная задача при строительстве высотных зданий. Важно учитывать все аспекты при проектировании и строительстве высотных зданий, такие как стойкость к ветрам и землетрясениям, интегрированные системы управления и безопасности, а также энергоэффективность. Системы безопасности должны быть рассчитаны на защиту жизни и здоровья людей, а также сохранение имущества в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.



### *Экология*

Строительство высотных зданий также может негативно сказаться на окружающей среде. Процесс строительства может привести к загрязнению воздуха и воды, а также к уничтожению природных ресурсов. В связи с этим, акцент на экологические соображения и использование инновационных технологий в строительстве высоток становится критически важным для уменьшения негативного влияния на природу.

### *Прочность и долговечность*

Высотные здания представляют собой большие конструкции, которые должны выдерживать огромные нагрузки и силы, такие как ветер, землетрясения и температурные колебания. Таким образом, важно уделять внимание всем элементам, связанным с прочностью и долговечностью конструкции при строительстве. На этапе проектирования необходимо проводить расчеты, а также использовать качественные материалы и современные технологии.

### *Перспективы эксплуатации высотных зданий*

Современные высотные здания имеют много преимуществ, таких как экономия пространства, улучшение условий проживания и работы, а также уменьшение затрат на инфраструктуру. В будущем можно ожидать еще большего развития данной области.

### *Использование новых технологий*

С развитием технологий возможны новые способы проектирования и строительства высотных зданий, которые могут помочь в решении проблем, связанных с безопасностью, экологией и прочностью. В настоящее время уже используются инновационные технологии, такие как 3D-печать и использование наноматериалов, которые могут улучшить процесс строительства и эксплуатации здания.

### *Улучшение условий проживания и работы*

Высотные здания могут предоставлять удобные условия для проживания и работы, что является особенно важным в городах с ограниченным пространством. В будущем можно ожидать еще большего разнообразия в функциональном использовании высотных зданий, что поможет улучшить качество жизни в городах.

### *Энергоэффективность*

В будущем можно ожидать улучшения энергоэффективности высотных зданий. Инновационные технологии способны уменьшить энергетические расходы и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Например, использование солнечных батарей и других возобновляемых источников энергии, а также улучшение системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

### *Безопасность*

Благодаря применению новейших технологий и систем, современные небоскребы обладают повышенной безопасностью. В будущем можно ожидать еще большего развития в этой области, что поможет предотвратить возможные катастрофы и несчастные случаи.

### **Выводы**

Высотные здания – это неотъемлемая часть современной городской архитектуры и представляют собой один из самых эффективных способов использования ограниченного городского пространства. Однако при строительстве необходимо учитывать множество аспектов, связанных с безопасностью, экологией и прочностью, а также использовать современные технологии и материалы. В будущем можно ожидать еще большего развития данной области благодаря использованию новых технологий, улучшению условий проживания и работы, увеличению энергоэффективности и повышению уровня безопасности.

### Библиографический список

1. Абрамов, А. А. Основы проектирования высотных зданий : учебник для вузов / А. А. Абрамов, С. А. Афонин. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2016. – 308 с.

2. Гуляев, В. И. Эксплуатация высотных зданий : учебное пособие / В. И. Гуляев. – Москва : Издательский центр «Академия», 2015. – 208 с.
3. Карев, А. В. Архитектура высотных зданий / А. В. Карев. – Москва : Архитектура-С, 2017. – 272 с.
4. Уникальные технологии строительства высотных зданий и сооружений / Е. В. Пименова, Р. И. Сенюк. – Статья (2017). – 227 с. URL: <https://scientificpublication.ru/images/PDF/2017/12/Questions-of-science-and-education-11-12.pdf>
5. Дорошенко, А. В. Актуальные проблемы строительной отрасли и образования / А. В. Дорошенко, И. П. Молчанова, В. С. Евстратов (2020). – URL: [https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkdostupa/2020/Sbornik\\_NK\\_2020\\_mal.pdf](https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkdostupa/2020/Sbornik_NK_2020_mal.pdf)
6. Сидельников, В. М. Безопасность высотных зданий : учебное пособие / В. М. Сидельников, В. В. Суслов. – Москва : Издательство Юрайт, 2016. – 208 с.
7. Al-Homoud, M. S. (2009). Tall building structures : Analysis and design. John Wiley & Sons. URL: <http://parastesh.usc.ac.ir/files/1585816939982.pdf>
8. Lechner, N. (2014). Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects. John Wiley & Sons. URL: [https://www.academia.edu/32644794/Book\\_Review\\_No\\_1\\_Heating\\_cooling\\_lighting\\_sustainable\\_design\\_methods\\_for\\_architects\\_by\\_Norbert\\_Lechner\\_2014\\_](https://www.academia.edu/32644794/Book_Review_No_1_Heating_cooling_lighting_sustainable_design_methods_for_architects_by_Norbert_Lechner_2014_)
9. Lynn Beadle (2001). Tall buildings and urban habitat of the future. Taylor & Francis. URL: <https://doi.org/10.4324/NOE0415232418>
10. Council on Tall Buildings and Urban Habitat. (2021). CTBUH Tall Building Database. URL: <http://www.skyscrapercenter.com>
11. Hui, Z., & Yip, K. (2020). Building Tall: The Future of High-Rise Construction. The Royal Institution of Chartered Surveyors. URL: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/upholding-professional-standards/sector-standards/building-tall-future-of-high-rise-construction.pdf>

## АРХИТЕКТУРА СТОЛИЧНЫХ ГОСТИНИЦ РОССИИ

Барышников Никита Михайлович, студент  
Слепынина Татьяна Николаевна, старший преподаватель  
E-mail: [nik.barishnikov2000@gmail.com](mailto:nik.barishnikov2000@gmail.com)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Н. Тагил, РФ

**Аннотация.** Стремительное развитие архитектуры столичных гостиниц России является знаковым явлением современного градостроительства, отражающим изменения в потребностях общества и технологиях строительства. Архитектура гостиниц в столицах России является выразительным инструментом, отражающим историческое наследие и культурные особенности страны. Исследуется влияние архитектуры и дизайна гостиниц столиц России на восприятие посетителями и обществом, рассматриваются исторические основы, современные направления в архитектуре, а также примеры успешного внедрения новейших технологий и экологического дизайна.

**Ключевые слова.** Архитектура гостиниц, столичные отели России, историческое наследие, современные тенденции, устойчивое развитие, технологические инновации, экологический дизайн, пользовательский опыт, интеграция с городской средой, эксплуатация зданий.

История гостиниц в России заложена в их архитектуре, которая является зеркалом социальных трансформаций, культурных переходов и технологических инноваций. Свои корни российская гостиничная индустрия начинает от величественных постоялых дворов царской эпохи, которые служили не только местом для ночлега, но и центрами торговли и общения. В контексте мирового развития индустрии гостеприимства Россия демонстрирует уникальный исторический маршрут развития. Каждая гостиница повествует свою неповторимую историю, вписываясь в архитектурное и культурное пространство российских городов [1].

В 19 в. с развитием железнодорожного сообщения и увеличением числа путешествующих в России начинается настоящий расцвет гостиничного дела. В этот период были построены такие знаменитые гостиницы, как Гранд-отель «Европа» в Санкт-Петербурге (рис. 1), а также отель «Астория» (рис. 2) и гостиница «Метрополь» в Москве (рис. 3), которые до сих пор являются символами роскошного гостеприимства и архитектурного величия, отражают дух инноваций и открытости к миру, заложенный еще в период бурного и экономического развития Российской Империи. Эти гостиницы не только воплощают архитектурную красоту и историческое наследие, но и продолжают традиции гостеприимства, демонстрируя уникальное сочетание культурных влияний и стремление к международному диалогу, характерные для России начала XIX в. и продолжающиеся до наших дней [2].



Рис. 1. Гранд-отель «Европа» в Санкт-Петербурге:  
Исторический и современный облик спустя года



Рис. 2. Символ роскоши и гостеприимства через века:  
отель «Астория» в сердце Санкт-Петербурга



Рис. 3. Гостиница «Метрополь»:  
Исторический шарм и современный комфорт Москвы

В советский период архитектура гостиниц была направлена не только на создание комфортных условий для проживания, но и на демонстрацию мощи и величия Советского Союза. Гостиницы того времени отличались монументальностью и великолепием, часто включая элементы, символизирующие достижения советского народа. Они были спроектированы так, чтобы внушать уважение и гордость за страну, а также для того, чтобы оставить неизгладимое впечатление на иностранных гостей [3].

Знаковые гостиницы того периода: легендарная гостиница «Москва» в Москве (рис. 4), находящаяся около Красной площади, символизирующая монументальность, модернизм и величие советской архитектуры, и ее тезка в Санкт-Петербурге (рис. 5), расположенная у площади Александра Невского, отражает стремление к гармоничной интеграции в историческую среду, предлагая гостям удобный доступ к культурным и историческим достопримечательностям города.



Рис. 4. Легендарная гостиница «Москва» в Москве:  
Сквозь десятилетия от СССР до наших дней





Рис. 5. Гостиница «Москва» в Санкт-Петербурге:  
От советских времен к современной реконструкции

После окончания советской эпохи гостиничный сектор в российских столицах претерпел значительную трансформацию. С 1990-х годов наблюдалась активная модернизация и реставрация существующих отелей, а также возведение новых, соответствующих международным нормам. Архитектурный облик гостиниц также претерпел изменения, отражая глобальные тенденции в дизайне и строительстве. Появление отелей с инновационными архитектурными решениями, включая использование стекла, металла и других новаторских материалов, стало характерной чертой этого периода.

Современные столичные гостиницы России воплощают в себе ключевые тенденции и стили, которые отражают как глобальные направления в архитектуре, так и уникальные аспекты российской культуры и истории. Одной из основных тенденций является стремление к экологичности и устойчивому развитию, что проявляется в выборе материалов, энергоэффективности и интеграции зеленых технологий [3]. Эти подходы не только снижают воздействие на окружающую среду, но и создают здоровую и комфортную атмосферу для гостей.

Инновации в дизайне и функциональности также занимают центральное место в современной гостиничной архитектуре России. Гостиницы становятся более адаптивными и многофункциональными, предлагая гостям не только места для проживания, но и пространства для работы, отдыха и социальных взаимодействий. Это достигается за счет открытых планировок, гибкого использования пространства и современных технологических решений, которые улучшают качество обслуживания и удобство для гостей [4].

Важной тенденцией является также интеграция гостиниц в городскую ткань, что делает их активными участниками городской жизни. Современные гостиницы стремятся не только к гармоничному сочетанию с окружающей архитектурой, но и к созданию открытых и доступных пространств, которые привлекают как гостей, так и местных жителей. Этот подход способствует оживлению городских районов и развитию культурного и социального обмена.

Стилевое разнообразие современных гостиниц России отражает широкий спектр архитектурных направлений, от минимализма и хай-тека до неоклассицизма и модернизма. Это разнообразие позволяет каждой гостинице выразить свою уникальную идентичность и предложить гостям неповторимый опыт. В то же время, уважение к историческому контексту и культурному наследию остается важным аспектом, который учитывается при проектировании новых гостиничных комплексов [5].

Экологические и устойчивые решения становятся неотъемлемой частью современной гостиничной архитектуры. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели, системы водосбережения и умное освещение, помогает снизить экологический след и операционные расходы. Кроме того, внедрение зеленых крыш и вертикального озеленения не только улучшает микроклимат вокруг и внутри здания, но и способствует биоразнообразию, создавая приятную и здоровую среду для гостей [6].

В сфере гостиничной архитектуры России современные разработки и инновации сталкиваются с рядом проблем и вызовов, которые требуют внимательного рассмотрения и творческих решений. Одной из основных проблем является обеспечение архитектурной безопасности и надежности эксплуатации зданий в условиях изменяющегося климата и повышенной нагрузки на инфраструктуру городов. Важным аспектом здесь выступает необходимость соответствия строений современным стандартам безопасности, включая сейсмическую устойчивость и пожарную безопасность, что требует применения новейших технологий и материалов.

Экологические вызовы также занимают важное место в списке проблематик современной гостиничной архитектуры. Стремление к устойчивому развитию и минимизации воздействия на окружающую среду требует от застройщиков и архитекторов поиска инновационных решений, которые позволили бы снизить потребление энергии, воды и других ресурсов, а также уменьшить объем отходов [4]. Это включает в себя не только использование «зеленых» технологий, но и разработку комплексных систем управления зданиями, способных оптимизировать их эксплуатацию.

Одним из наиболее сложных вызовов является сохранение исторического наследия при строительстве и реконструкции гостиниц в исторических районах городов. Необходимость уважения к историческому контексту и сохранения архитектурного облика городов зачастую ограничивает возможности для внедрения современных архитектурных решений [6]. Это требует от архитекторов особого подхода, который позволил бы гармонично сочетать новое строительство с исторической средой, сохраняя при этом уникальный облик и дух места.

Кроме того, в условиях быстро меняющегося рынка гостеприимства и постоянно растущих ожиданий путешественников гостиницы сталкиваются с необходимостью постоянного обновления и адаптации своих услуг и предложений. Это касается не только архитектурного дизайна и удобства номеров, но и дополнительных услуг, таких как рестораны, спа-центры и конференц-залы, что предъявляет высокие требования к гибкости планировки и функциональности гостиничных комплексов [4].

В последние годы в архитектуре гостиниц России наблюдается значительный сдвиг в сторону инноваций и уникальности, что отражается в ряде выдающихся проектов по всей стране. Эти современные гостиницы демонстрируют, как можно гармонично сочетать функциональность, экологичность и эстетическую привлекательность, создавая пространства, которые становятся не только местами пребывания для гостей, но и значимыми элементами городской среды [6].

Один из ярких примеров – это отель «Лотте Москва» (рис. 6), который является одним из ведущих пятизвездочных отелей, расположенный в непосредственной близости от Кремля. Благодаря своему инновационному дизайну и применению современных технологий отель стал новым символом города. Он отличается высоким уровнем сервиса, предоставляет гостям широкий спектр услуг и стал идеальным выбором как для деловых, так и для туристических поездок в Москву. Здание оснащено системами умного дома, которые позволяют гостям управлять освещением, климатом и развлекательными системами прямо со своего смартфона, обеспечивая максимальный комфорт во время пребывания [3].

В Санкт-Петербурге – городе с богатым историческим наследием – отель «Лахта Плаза» (рис. 7) представляет собой пример современной архитектуры и инновационных решений в гостиничной индустрии. Отель предлагает просторные апартаменты с безупречным сервисом, что делает его идеальным выбором для тех, кто ищет комфорт и уединение вдали от городской суеты. С его помощью гости могут насладиться панорамными видами на город и Финский залив, а также воспользоваться современными удобствами и сервисом мирового класса [3].



Рис. 6. Современная элегантность: отель «Лотте Москва»

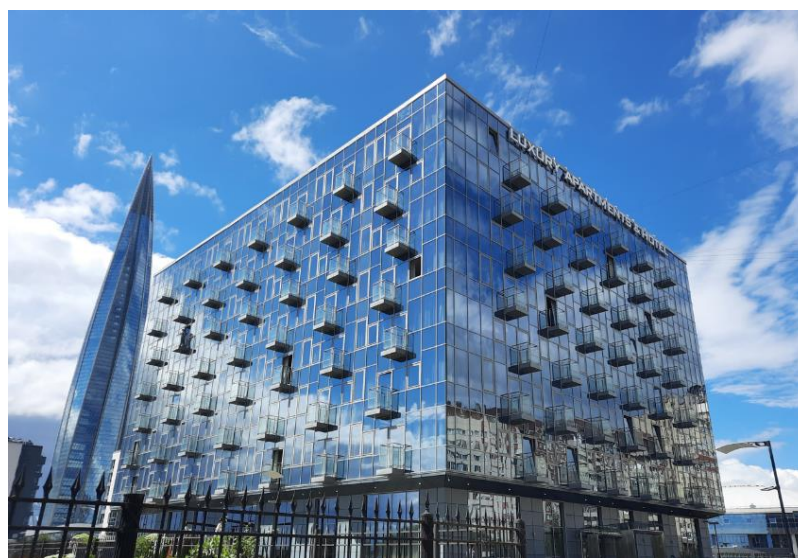


Рис. 7. Гармония стиля и комфорта: отель «Лахта Плаза»»

Эти примеры подчеркивают тенденцию к созданию многофункциональных гостиничных комплексов, которые включают в себя не только номера для проживания, но и рестораны, спа-центры, конференц-залы и другие общественные пространства. Такой подход способствует интеграции гостиниц в городскую жизнь, превращая их в центры притяжения для гостей и местных жителей.

**Вывод.** Развитие гостиничной архитектуры в России, особенно в таких культурных и исторических центрах как Москва и Санкт-Петербург, демонстрирует важность инноваций и адаптации к современным требованиям гостей. Современные гостиницы не только предоставляют высококачественные услуги и комфорт, но и вносят значительный вклад в архитектурный облик городов, обогащая их культурную и социальную жизнь. Будущее гостиничной архитектуры в России будет сосредоточено на трех ключевых аспектах: интеграции передовых технологий, устойчивом развитии и создании уникального опыта для гостей. Важность инноваций и устойчивого развития для будущего гостиничной архитектуры не может быть переоценена. Применение новых технологий и экологически чистых решений позволит отелям не только снизить свое воздействие на окружающую среду, но и предложить гостям новый уровень комфорта и безопасности.

## Библиографический список

1. Исторические гостиницы России [Электронный ресурс] : официальный сайт «КУЛЬТУРА.РФ». – URL: <https://www.culture.ru/materials/78474/istoricheskie-gostinicy-rossii>
2. История гостиницы в России: где они стояли [Электронный ресурс] : официальный сайт «advpol.ru». – URL: <https://advpol.ru/istoriya-gostinicy-v-rossii-gde-oni-stoyali/>
3. От первых гостиниц до мирового признания: история развития сферы услуг в России [Электронный ресурс] : официальный сайт «Научные Статьи.Ру». – URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/etapy-razvitiya-sfery-uslug-v-rossii/>
4. Исследование тенденции развития современного гостиничного архитектурного дизайна [Электронный ресурс] : официальный сайт «CYBERLENINKA». – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tendentsiy-razvitiya-sovremennogo-gostinichnogo-arhitekturnogo-dizayna>
5. Имидж гостиниц и иных средств размещения [Электронный ресурс] : официальный сайт «CYBERLENINKA». – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imidzh-gostinits-i-inyh-sredstv-razmescheniya>
6. Архитектура и современные информационные технологии [Электронный ресурс] : официальный сайт «Московский архитектурный институт (государственная академия)». – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2019/2kvart19/PDF/AMIT\\_2\(47\)\\_2019](https://marhi.ru/AMIT/2019/2kvart19/PDF/AMIT_2(47)_2019).



## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ОСЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ «ПАРАБОЛА» Н. А. ЛАДОВСКОГО ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ И АГЛОМЕРАЦИЙ

Безбородова Дарья Александровна, студент  
Карандашева Мария Константиновна, старший преподаватель  
E-mail: [daria.bezborodova@icloud.com](mailto:daria.bezborodova@icloud.com)

Липецкий государственный технический университет  
г. Липецк, РФ

**Аннотация.** Ускорившаяся в последнее время урбанизация ставит перед архитектурой и градостроительством новые задачи. Рост городов и увеличение концентрации городского населения сопровождается ростом как позитивных, так и негативных факторов. Малые территориальные образования сталкиваются с оттоком населения, сложившаяся ситуация ставит под вопрос их дальнейшее существование. Развитие хозяйственных, транспортных, культурных связей между соседними населенными пунктами приводит к образованию крупных агломераций, что требует применения новых подходов к планированию территорий. В данный момент, даже при наличии генерального плана на много лет вперед, связям село-район-город уделяется недостаточное внимание. Для решения поставленных задач применим метод «параболы» Н. А. Ладовского. Ученый акцентировал внимание на том, что центром города должна выступать не точка, а именно ось – динамичная линия, вектор. Развитие полицентрических агломерации в рамках крупных административных территориальных единиц имеет ряд перспектив. Создание систем связей по методу Ладовского может способствовать развитию всей Центральной России в «нейронную сеть» городов, перетекающих друг в друга поселений.

**Ключевые слова.** Архитектура, урбанизация, осевое планирование, агломерация, мегаполизация.

Последнее столетие характеризуется резким ростом урбанизации, формированием мегаполисов, и этот процесс ставит новые задачи перед архитектурой и градостроительством, приводит к поиску новых решений в организации городской среды. Миграционный отток ставит под угрозу существование малых территориальных единиц: деревень, сел, городов районного значения. В меньшем масштабе те же процессы происходят в городах областного значения, их жители стремятся в более развитые города, столицу.

Чтобы замедлить процесс внутренней миграции, необходимо принять комплекс мер, затрагивающий все сферы жизни общества, в т. ч. пересмотреть градостроительные принципы развития российских городов. В данный момент, даже при наличии генерального плана на много лет вперед, связям село-район-город уделяется недостаточное внимание. Упор на развитие физической связи районных центров с областным может стать фактором, влияющим на решение жителей оставаться в своем населенном пункте. Иными словами, развитие полицентрических агломераций в рамках крупных административных территориальных единиц дает ряд преимуществ оставаться в населенном пункте постоянного проживания. Побочными эффектами такого развития станут такие факторы, как удобство инфраструктуры, приток малого и среднего бизнеса, инвестиции в промышленность, большой выбор рабочих мест, престиж.

Проблема формирования комфортной городской среды, учитывающей потребности жителей, решалась на протяжении столетий многими архитекторами. Одним из последователей рационализма в архитектуре, занимавшемся проблемой развития городов, был Николай Александрович Ладовский (1881–1941 гг.). Согласно его теории, радиально-кольцевая структура города, в частности Москвы, вынуждена разрастаться, неминуемо приводя к коллапсу. Он же предлагал «разомкнуть» одну из существующих окружностей и дать Москве возможность динамического развития в заданном направлении. Другими

словами, развивать осевое территориальное планирование. Уходя от окружностей, город в скором времени должен принять форму параболы с безусловным сохранением исторического центра как ее фокуса. Осью же, согласно теории Ладовского, должна была стать Тверская улица. Со временем Москва, развиваясь в северо-западном направлении, могла бы соединиться с Ленинградом, образовав единую агломерацию с Северной столицей. Ученый акцентировал внимание на том, что центром должна выступать не точка, а именно ось – динамичная линия, вектор. Таким образом, в конце концов, центр имел шансы приобрести форму веера: область, растущую вместе с городом, отвечающую запросам агломерации. Наглядный пример «параболы» Н. А. Ладовского представлен на рис. 1.

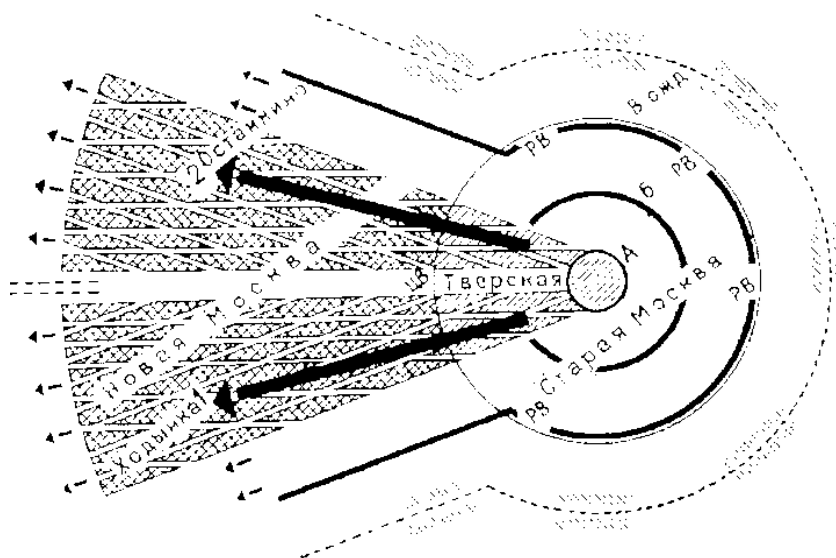


Рис.1. Схема развития Москвы по принципу «параболы» Н. А. Ладовского

«Парабола» Н. А. Ладовского не была применена на практике. Территориальное развитие Москвы и Московской области продолжается по радиально-кольцевому принципу. Однако эта теория не потеряла актуальности и в настоящее время может быть применена при определении дальнейшего развития современных городов, поглощающих соседние поселения и превращающиеся в агломерации. Для воплощения идеи создания таких агломераций может подойти принцип, схожий с теорией «параболы» Ладовского. Липецкая область, развивающая современные промышленные и туристические кластеры, может подойти для реализации подобного проекта. На первом этапе создания агломерации следует выделить самые целесообразные оси развития.

Ось Липецк – Грязи перспективна для развития промышленности. Уже сейчас особая экономическая зона «Липецк» – точка притяжения иностранных и отечественных инвесторов, готовых вкладываться в регион.

Ось Липецк – Елец перспективна для развития туризма и связана с развитием туристско-рекреационного кластера «Елец». В качестве фокуса внимания туристов может выступить не только сам город, но и заповедники, уникальные природные зоны, центр гостеприимства федерального значения «Кудыкина гора», расположенные по данной оси (рис. 2).

Таким образом, при завершении первого этапа формирования двух осей, область между ними становится зоной развития агломерации. Данный рост в направлении стыка нескольких областей отражает инициативу к сотрудничеству, охватывает удаленные уголки области, способствуя развитию малых территориальных образований, упрощению связей между населенными пунктами, развитию бизнеса, появлению новых рабочих мест и т. д. Параллельно с развитием области между осями, можно выделить еще одно направление – ось Липецк – Данков, перспективную в рекреационном отношении и, что немало-

важно, направленную на Москву. В самых смелых прогнозах развитие агломераций в масштабах страны, рано или поздно, приведет к слиянию всей центральной России в гипермегаполис. Схема на рис. 3.



Рис. 2. Первый этап развития агломерации. Выделение осей



Рис. 3. Второй этап развития агломерации. Направленное развитие Липецкой области. Выделение новой оси

Создание систем связей по методу Ладовского может способствовать слиянию всей Центральной России в «нейронной сети» городов, с развитыми, перетекающими друг в друга поселениями. При формировании агломераций важно сохранять и развивать идентичность конкретной местности. Такой подход создаст прочные связи человек-место, и станет весомым преимуществом в вопросе выбора территории проживания. Кроме того, развитие подобных агломераций ставит сложные задачи сохранения экологического равновесия, а также решения социальных и транспортных проблем. Тем не менее, применение осевого планирования может быть использовано при решении градостроительных задач.

#### Библиографический список

1. Яковлева, Т. С. Социокультурные аспекты городского планирования / Т. С. Яковлева // Социология города. – 2019. – № 1. – С. 76–81.
2. Захаров, Д. А. Осевые композиции в градостроительном проектировании: опыт использования принципа «парабола» Н. А. Ладовского в современной практике / Д. А. Захаров // Архитектура и строительство. – 2019. – № 5. – С. 68–73.
3. Глушенкова, И. Н. Формирование устойчивой городской среды / И. Н. Глушенкова // Вестник УГАТУ. – 2018. – № 4 (92). – С. 42–47.

## ЛЕГКИЕ СТАЛЬНЫЕ ТОНКОСТЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Береснева Дарья Романовна, студентка  
Дубинина Вера Георгиевна, доцент  
Полежаева Анна Владимировна, старший преподаватель  
E-mail: [divg-nti@mail.ru](mailto:divg-nti@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Н. Тагил, РФ

**Аннотация.** Представлена технология строительства зданий и сооружений, отличающаяся своей экономичностью и эффективностью в решении проблемы обновления и реконструкции существующего фонда жилья. Рассматриваются способы сборки и монтажа. Описаны основные элементы конструкций и технология реконструкции зданий с их применением.

**Ключевые слова.** Реконструкция, стальные конструкции, строительство, ремонт, строительный материал, сборные конструкции.

Сегодня в связи с развитием сегмента инновационных строительных технологий в России активно увеличивается количество проектно-строительных компаний, предлагающих заказчикам действительно современные и экономически выгодные комплексные строительные системы и услуги, а главное, быстро возводимых металлокаркасных зданий и сооружений из тонкостенных легких стальных конструкций.

Опыт многих развитых западных стран показывает, что во многих из них эта технология строительства зданий и сооружений широко и эффективно применяется.

*Основные преимущества каркасных быстровозводимых домов*

–Экологичность быстровозводимых зданий для человека и окружающей среды. Тепловой профиль из стали и ЛСТК – экологически чистый материал, не выделяющий в атмосферу запахов и вредных веществ.

–Противопожарная защита. Поскольку в конструкциях пола и стен нет горючих материалов, распространение огня через них невозможно. Выбор теплоизоляционного материала, например, на основе негорючего базальтового минерального волокна, не случаен. Этот фактор также важен для обеспечения пожарной безопасности конструкций. Огнестойкость несущих конструкций, обшитых двумя слоями гипсоволокнистых плит толщиной 12,5 мм, составляет не менее 0,75 ч, что подтверждено заключением ФГУ ВНИИПО МЧС России и соответствует требованиям СП 54.13330-2016 для жилых зданий I-III классов огнестойкости.

– Отсутствие усадки фундамента при строительстве быстровозводимых домов, а также после их сдачи в эксплуатацию.

–Высокая скорость возведения быстровозводимых зданий, не требующая большого количества рабочих.

–Легкая и простая сборка каркасного дома. Благодаря легкости каждого элемента, точным размерам, разметке и сборочным чертежам установка каркаса на стройплощадке аналогична сборке детского конструктора.

–Устройство зданий в любое время года. Поскольку технология ЛСТК является «сухим» методом строительства, ее можно монтировать круглый год.

–Хорошие тепло- и энергосберегающие свойства. Применение эффективного утеплителя в каркасах из перфорированных термопрофилей позволяет получить значения сопротивления теплопередаче до 5,6, не рассматривая возможные варианты утепления по фасаду. Высокие показатели теплосбережения позволяют использовать ЛСТК в малоэтажном

строительстве (и не только) для экономичного строительства даже в условиях Крайнего Севера.

– Низкие эксплуатационные расходы. Здания, построенные по технологии ЛСТК, стабильны по размерам, хорошо защищены от воздействия биологических, а также температурно-влажностных процессов, долговечны, энергоэффективны и недороги в конце срока службы или при капитальном ремонте, т. к. являются недорогими зданиями из классических материалов.

– Долговечность. Сборно-каркасные дома долговечны (срок службы каркаса из оцинкованной стали не менее 100 лет). Использование оцинкованных саморезов и отсутствие сварных швов увеличивает срок службы объекта.

Все преимущества новой технологии строительства являются результатом комплексного подхода к строительству – от планирования до сдачи заводов под ключ. Система представляет собой новое перспективное направление в строительстве легких стальных профилей в «бескаркасной технологии», где стеновые элементы выступают в роли несущих панелей и одновременно представляют собой тепловой контур здания.

Программы автоматизированного проектирования на основе технологии ЛСТК на базе *nanoCAD КОМПАС-3D, Renga* – программы, позволяющие создать трехмерный прототип здания с обеспечением точности размеров и геометрии элементов здания. При таком подходе вам не нужно беспокоиться о резке, сварке или модификации чего-либо на месте. Кроме того, универсальность конструкции позволяет оптимизировать конструкции по весу, унифицировать сечения профилей, группировать элементы по товарам и заказам.

Созданное с помощью программы техническое задание отправляется на завод, где изготавливается каждый элемент, маркируя его строго по чертежу. Маркировка каждого строительного элемента помогает быстро найти его на строительной площадке и собрать без ошибок. Процесс изготовления изделий полностью автоматизирован, а время выполнения каждого заказа минимально.

На стройке рабочим остается только соединить элементы в единый блок саморезами. Процесс сборки простой и быстрый, не требует высокой квалификации монтажников, т. к. аналогичен процессу сборки детского конструктора.

При использовании системы в строительстве можно выделить три основных способа изготовления и монтажа конструкций по степени завершенности (готовности) конструктивных элементов.

#### Способ 1. Сборка на стройке

Заранее подготовленные и размеченные профили доставляются на стройплощадку. Бригада рабочих производит так называемую «укропную» сборку судоводных конструкций, таких как стены, фермы, перегородки и прочее, на ровной поверхности с использованием шуруповерта и саморезов. После завершения предварительной сборки элементы транспортируются вручную (без применения крана) к месту установки, где они фиксируются в проектном положении. Затем конструкции утепляются плитами из минерального волокна (или другим высокоэффективным теплоизоляционным материалом) и обшиваются изнутри гипсокартонными листами. Вес каждого элемента не превышает 90–100 кг. Оконные и дверные блоки доставляются на стройплощадку отдельно и впоследствии встраиваются в стеновые панели.

#### Способ 2. «Мини-завод» на стройке

На строительную площадку доставляются заранее подготовленные строительные компоненты в виде нарезанных и промаркированных профилей. Организуется специальная рабочая зона, оборудованная для предварительного монтажа панелей и других конструктивных элементов. Обычно эта зона оснащена защитным навесом, осветительными приборами, инструментами для скрепления профилей, резки минераловатных плит и гипсокартона. Одна бригада рабочих занимается предварительной сборкой деталей, утеплением стеновых панелей, облицовкой их гипсокартоном изнутри, а вторая бригада транспортирует

собранные панели к месту монтажа, поднимает их с помощью грузоподъемных механизмов, фиксирует в проектное положение и скрепляет между собой. После установки стеновых панелей в проемы встраиваются оконные и дверные блоки. Вес конструктивных элементов увеличивается постепенно. Время монтажа сокращается благодаря предварительной подготовке и организации рабочего процесса.

Способ 3. Полная заводская готовность панелей

В заводских условиях с использованием автоматизированного оборудования и в контролируемой температурной среде осуществляется сборка конструктивных элементов, таких как стеновые панели и фермы из предварительно нарезанных и промаркированных профилей. В стеновые панели интегрируются оконные и дверные блоки, а также предусматриваются каналы для прокладки электрических кабелей, низковольтного оборудования и иных коммуникаций. Панели утепляются, а с внутренней стороны облицовываются гипсокартонными листами. На наружную поверхность стен могут монтироваться различные облицовочные материалы, сайдинг или фасадные системы. На строительной площадке все элементы устанавливаются в проектное положение с помощью крана, фиксируются к фундаментам и скрепляются между собой. Сборка зданий происходит оперативно благодаря высокому качеству изготовления панелей на конвейерных линиях по принципу автомобильного производства. При планировании застройки необходимо учитывать логистические аспекты, транспортировку и использование грузоподъемных механизмов.

Строительные объекты, возводимые по технологии легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), представляют собой быстровозводимые сооружения, состоящие из следующих основных компонентов: фундаментного основания, металлического каркаса и инженерных систем жизнеобеспечения.

Фундамент является базисом любой строительной конструкции, от его прочности зависят долговечность и надежность всего сооружения. Одной из особенностей возведения зданий по технологии легких стальных тонкостенных конструкций является вариативность типов фундаментов: могут использоваться ленточные, мелкозаглубленные, свайно-столбчатые или плитные фундаменты. Применение мелкозаглубленного фундамента позволяет оптимизировать затраты на строительство.

Металлический каркас здания сформирован из строительных металлоконструкций и представляет собой систему взаимосвязанных параллельных плоскостных металлических рам, объединенных между собой продольными и горизонтальными металлическими связями для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости всей каркасной системы.

Размещение инженерных коммуникаций внутри полостей каркасных стеновых панелей и перекрытий предоставляет архитекторам возможность эффективно использовать внутренний объем здания, избегая выступающих коммуникационных элементов, и разрабатывать нестандартные оригинальные планировочные решения без ограничений.

Основными конструктивными элементами легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) являются:

– Тонкие стальные холодногнутые оцинкованные профили. Для их изготовления используется оцинкованная сталь с цинковым покрытием первого или высшего класса по ГОСТ 14918–2020 толщиной до 2 мм. Освоение производства гнутых профилей из оцинкованной стали толщиной до 4 мм согласно ГОСТ Р 52246–2016 позволит существенно расширить область применения ЛСТК и повысить их эффективность. Оцинкованная сталь может быть дополнительно защищена декоративным полимерным или лакокрасочным покрытием.

– Утеплитель в виде минераловатных плит или пенопласта.

– Облицовочные листовые материалы: гипсокартонные, гипсоволокнистые или цементно-стружечные плиты.

Для внутренней отделки помещений в каркасных зданиях из ЛСТК применяются широко распространенные в продаже гипсокартонные и гипсоволокнистые листовые материалы. Выбор облицовочного материала для наружной обшивки стен определяется архитектурной концепцией и пожеланиями заказчика. В качестве вариантов наружной отделки могут использоваться облицовочный кирпич, деревянная вагонка, пластиковые или металлические панели, декоративный камень либо различные цементные составы.

При реконструкции существующих зданий одной из ключевых задач является дополнительное утепление наружных стен и покрытий для повышения их энергоэффективности и соответствия современным нормам по энергосбережению. Для этих целей с применением тонкостенных гнутых профилей ЛСТК может быть использована система вентилируемого фасада. В части реконструкции кровли предусматривается замена поврежденной скатной или иной кровли на современную металлочерепицу с малым шагом обрешетки.

Для российского рынка массовое применение легких стальных тонкостенных конструкций пока является относительно новым направлением. Тем не менее, компании, работающие в этом сегменте, активно развивают проектирование, производство и поставки металлокаркасов для последующего строительства различных нежилых объектов, таких как склады, торговые центры, автостоянки, ангары и другие хозяйственные здания и сооружения. Кроме того, данные конструкции используются для возведения жилых домов, коттеджей и таунхаусов.

Итак, технология строительства зданий с использованием легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) обладает рядом неоспоримых преимуществ: высокая надежность и длительный срок службы, широкие архитектурные возможности и области применения, малый вес конструкций, эффективное энергосбережение, экологическая безопасность, устойчивость к сейсмическим и другим динамическим нагрузкам, огнестойкость, высокие темпы возведения, возможность монтажа в любых погодных условиях, низкие эксплуатационные расходы.

### Библиографический список

#### *Нормативно-правовая литература*

1. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные.
2. ГОСТ 14918–2020. Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывными линиями. Технические условия.
3. ГОСТ Р 52246–2016. Прокат листовой горячеоцинкованной. Технические условия.

#### *Учебно-методическая литература*

1. Гравит, М. В. Огнестойкость легких стальных тонкостенных конструкций : монография / М. В. Гравит, И. И. Дмитриев. – 2020.
2. Синев А. Ю., Пруглов А.С. Методическое пособие по сборке и монтажу ЛСТК, 2016.
3. Назмеева, Т. В. Пособие по проектированию строительных конструкций малоэтажных зданий из стальных холодногнуто оцинкованных профилей (ЛСТК), 2021.
4. Практика использования систем ЛСТК (легкие стальные тонкостенные конструкции) в США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/14121/>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 02.05.2023.
5. Виды профилей, применяющихся в строительстве ЛСТК объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skladovoy.ru/vidy-profilej-primeniyayushhixsya-v-stroitelstve-lstk-obektov.html> /, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 02.05.2023.
6. Производители ЛСТК в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.profnastil.com/services/advice/advice\\_18.html](https://www.profnastil.com/services/advice/advice_18.html) /, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 04.05.2023.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ IV КАЛИЙНОГО ГОРИЗОНТА ЦЕНТРАЛЬНОГО БЛОКА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Кузьмич Валентина Андреевна, аспирант  
Кологривко Андрей Андреевич, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: kuzmich.v@bntu.by, [akologrivko@bntu.by](mailto:akologrivko@bntu.by)

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** На основе анализа постоянных разведочных кондиций представлен подсчет запасов IV калийного горизонта Центрального блока Старобинского месторождения калийных солей для его промышленного освоения. Даны перспективные технологии отработки запасов и обогащения калийных руд. Изложен рациональный вариант складирования галитовых отходов.

**Ключевые слова.** Временные и постоянные кондиции, подсчет запасов, калийные руды, галитовые отходы.

Перспективы поддержания сырьевой базы ОАО «Беларуськалий» за счет интенсификации отработки запасов калийных руд рассматривается за счет вовлечения в отработку IV калийного горизонта Старобинского месторождения калийных солей [1–4].

Исследование параметров подсчета запасов калийных солей IV калийного горизонта Старобинского месторождения калийных солей показывает, что в их основе лежат кондиции для подсчета забалансовых запасов сильвинитовых слоев 7а-8 и разделяющих их каменной соли и слоя 10 на Краснослободском участке, разработанные по результатам детальной разведки. Минимальное содержание КСI в крайних выработках для оконтуривания запасов по простиранию и падению 17 %; минимальная мощность рудных прослоев, включенных в подсчет запасов – 0,95 м; по подсчетному блоку Н.О. не более 6 %, MgCl<sub>2</sub> – 1 %.

Кроме рассмотренного, лежат временные кондиции для подсчета запасов сильвинитовых слоев 6+7+8 и 10 по результатам предварительной разведки VI калийного горизонта. Здесь минимальное содержание КСI в подсчетном блоке 31 %, в крайних выработках при оконтуривании запасов 27,6 %; по подсчетному блоку Н.О. не более 6 %, MgCl<sub>2</sub> – 1 %; минимальная мощность верхнего пласта (10 сильвинитового слоя) 0,8 м, а нижнего пласта (6, 7 и 8 сильвинитовые слои) с разделяющей их слоями каменной соли 1,8 м; минимальная мощность слоев 6+7+8 составляет 0,8 м при минимальной мощности отдельного слоя 0,2 м.

Также существуют постоянные кондиции для подсчета запасов сильвинитовых слоев 7, 8 и разделяющей их каменной соли и слоя 6 по результатам детальной разведки западной площади Дарасинского участка.

Анализ геологического строения калийных руд Центрального блока, анализ возможных по горно-геологическим и горнотехническим факторам вариантов подсчета запасов по качеству и площади развития для отработки показал, что наиболее приемлемым является комбинированный вариант отработки (7-8)+6. Так, в соответствии с выбранным вариантом отработки и произведенными по усредненным данным добычи и переработки руд 1, 2 и 3 рудоуправлений установлено, что минимальное промышленное содержание КСI на уровне 17,96 %, минимальное средневзвешенное содержание в блоке 25,61 %, минимальное содержание по пересечению выработками 19,60–34,64 %, при оптимальном режиме работы обогатительной фабрики – 22,0.

В этой связи, в части определения постоянных кондиций, выступает решение по минимальному промышленному содержанию КСI в подсчетном блоке на уровне 23,1 % (аналог Дарасинского рудника), и 17,96 % в части минимального содержания КСI в крайних выработках в блоке для оконтуривания запасов по простиранию.



Анализ в части минимальной мощности рудных прослоев показывает, что параметр определяется технологической схемой ведения очистных работ. В этой связи, при применении столбовой системы, рассматриваемой в качестве стандартной, минимальной вынимаемой высотой может рассматриваться величина в 0,95 м. Эта величина может выступать в качестве приемлемой в части минимальной мощности продуктивных пластов, а при меньшей следует пользоваться минимальным метропроцентом.

Анализ технологии флотационного обогащения калийных руд, негативного влияния глинистых частиц, в т. ч. без предварительного обесшламливания измельченной руды, показал, что в постоянных кондициях максимальное содержание Н.О. в подсчетном блоке должно быть на уровне 10 %. Максимальное содержание  $MgCl_2$  в подсчетном блоке 1 %.

Максимальная глубина подсчета запасов (предельная глубина отработки), исходя из геомеханических условий (влияние глинистых включений в породах непосредственной кровли на IV калийном горизонте), 1000 м является приемлемой (1000–1200 м – к забалансовым запасам). Запасы сильвинитового слоя 10 также правомерно отнести к забалансовым.

Достоверность подсчета запасов подтверждается требуемой плотностью разведочной сети для категорий В и  $C_1$  (для категории А в разы превышает требуемую), изученностью на полную мощность качества полезного ископаемого, сходимостью результатов анализов проб, качеством документационных материалов, вошедших в подсчет запасов.

Анализ расчетов балансовых запасов калийных солей IV калийного горизонта в пределах Центрального блока по категориям А+В+ $C_1$  на уровне 63,107 млн т  $K_2O$ , позволяет считать значения (по категории А – 5,351 млн т, что составляет 8,48 % к общим балансовым запасам; по категории В – 3,250 млн т, что составляет 5,15 % к общим балансовым запасам; А+В соответственно 8,601 млн т и 3,63 %; по категории  $C_1$  – 54,506 млн т и 86,37 %).

Представленные запасы продлят работу 1, 2 и 3 рудоуправлений на 25 лет. Срок окупаемости капитальных вложений для вскрытия IV калийного горизонта 4,13 года (простой) и 4,91 (динамический). Интенсификация отработки запасов для условий 1 рудоуправления будет обеспечиваться за счет строительства из галитовых отходов сухой отсыпкой конвейерного уклона на площади отработанного шламохранилища № 3 [5]. Основанием конвейерного уклона будет являться пласт-плита, сформированная на шламовом грунте способом гидронамыва.

#### Библиографический список

1. Отчет о результатах геологоразведочных работ по детальной разведке запасов IV калийного горизонта в пределах Центрального тектонического блока Старобинского месторождения калийных и каменной солей с подсчетом запасов по состоянию на 01.06.2022 года. – В 7 книгах и 2-х папках. Книга 1. Текст отчета / ОАО «Беларуськалий» и [и др.]. – Минск, 2022. – 265 с.
2. Отчет о результатах геологоразведочных работ по детальной разведке запасов IV калийного горизонта в пределах Центрального тектонического блока Старобинского месторождения калийных и каменной солей с подсчетом запасов по состоянию на 01.06.2022 года. – В 7 книгах и 2-х папках. Книга 5. Текстовые приложения / ОАО «Беларуськалий» и [и др.]. – Минск, 2022. – 26 с.
3. Отчет о результатах геологоразведочных работ по детальной разведке запасов IV калийного горизонта в пределах Центрального тектонического блока Старобинского месторождения калийных и каменной солей с подсчетом запасов по состоянию на 01.06.2022 года. – В 7 книгах и 2-х папках. Книга 6. Текстовые приложения / ОАО «Беларуськалий» и [и др.]. – Минск, 2022. – 98 с.
4. Отчет о результатах геологоразведочных работ по детальной разведке запасов IV калийного горизонта в пределах Центрального тектонического блока Старобинского месторождения калийных и каменной солей с подсчетом запасов по состоянию на 01.06.2022

года. – В 7 книгах и 2-х папках. Книга 7. Текстовые приложения / ОАО «Беларуськалий» и [и др.]. – Минск, 2022. – 73 с.

5. Кузьмич, В. А. Оценка технологий формирования галитовых оснований на шламовых грунтах по результатам геомеханического моделирования / В. А. Кузьмич, А. А. Кологривко // Молодежь и наука : Материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. (26 мая 2023 г., г. Нижний Тагил). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2023. – с. 74–75.

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБМЕРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Рыболовлева<sup>1</sup> Александра Владиславовна, ученица  
Фёдоров<sup>2</sup> Вадим Сергеевич, студент  
E-mail: [vfedorov.03@mail.ru](mailto:vfedorov.03@mail.ru)

1 – МБОУ г. Иркутска гимназия № 3

2 – Иркутский национальный исследовательский технический университет  
г. Иркутск, РФ

**Аннотация.** Для съемки фасадов зданий и сооружений используют различные методы. Раньше часто использовался ручной метод, который проводился с помощью простой или лазерной рулетки. Сейчас этот способ используется редко из-за трудоемкости и недостаточной точности данных. В современном строительстве часто используется метод тахеометрической съемки. Такой способ съемки проводится с помощью тахеометра и является самым востребованным. Он сокращает сроки проведения работ и повышает их качество. Тахеометрическая съемка позволяет выполнить точные расчеты с малыми затратами ресурсов. Но данный метод не позволяет получить полной информации об объекте. Данный недостаток является существенным в современном строительстве и по этой причине все большую популярность набирает метод наземного лазерного сканирования. Метод НЛС позволяет быстро получить полную информацию об объекте с высокой точностью. В статье рассмотрен метод создания обмерных чертежей фасадов зданий и сооружений с помощью наземного лазерного сканирования, процесс обработки полученных результатов. Определены преимущества и недостатки данного метода.

**Ключевые слова.** Фасадная съемка, наземное лазерное сканирование, лазерный сканер, облако точек.

В настоящее время одним из востребованных видов работ в современном строительстве является фасадная съемка зданий. Она необходима для получения точных размеров конструктивных элементов здания, а также информации о его габаритах и особенностях архитектуры.

Традиционной технологией выполнения обмеров фасадов является тахеометрическая съемка [1]. Но данный метод не позволяет получить полную информацию о фасаде здания и его особенностях.

Сейчас помимо тахеометрической съемки, существует метод наземного лазерного сканирования. Данный метод заключается в выполнении лазерного сканирования здания. Он позволяет быстро получить информацию высокой точности.

Итоговым результатом съемки фасадов могут быть различные обмерные чертежи, точность которых определяется целью их построения, техническим состоянием объекта съемки, его архитектурно-исторической ценностью и видом выполняемого обмера.

В нашей работе для выполнения наземного лазерного сканирования был использован наземный лазерный сканер *Riegl LMS-Z620*. Данный сканер является одним из наиболее распространенных сканеров [2].

Лазерное сканирование проводилось в программном обеспечении *RiScan Pro*. Результат лазерного сканирования представлены на рис. 2. Сканирование производилось с двух позиций. Первая позиция охватывала большее пространство, вторая была на более близком к зданию расстоянии. Это необходимо для большей точности будущей модели. После объединения двух моделей перекроются «тени» от людей, образующие пустоты на фасаде здания.

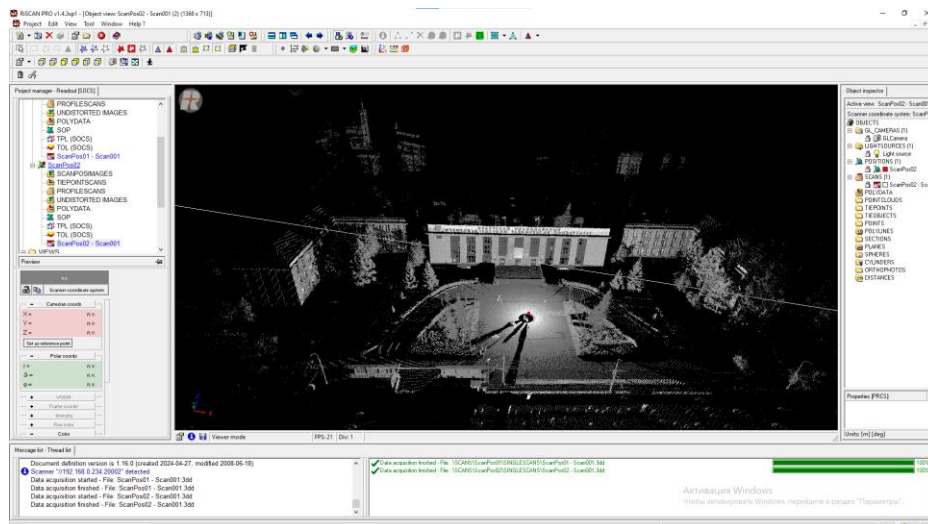


Рис. 2. Результат лазерного сканирования

Объединение двух моделей происходило в ПО *Geomagic DesignX*. С помощью функции совмещения были объединены облака точек. Совпадающие точки накладывались друг на друга, а находившиеся рядом с ними объединялись. Полученное объединенное облако точек показано на рис. 3.

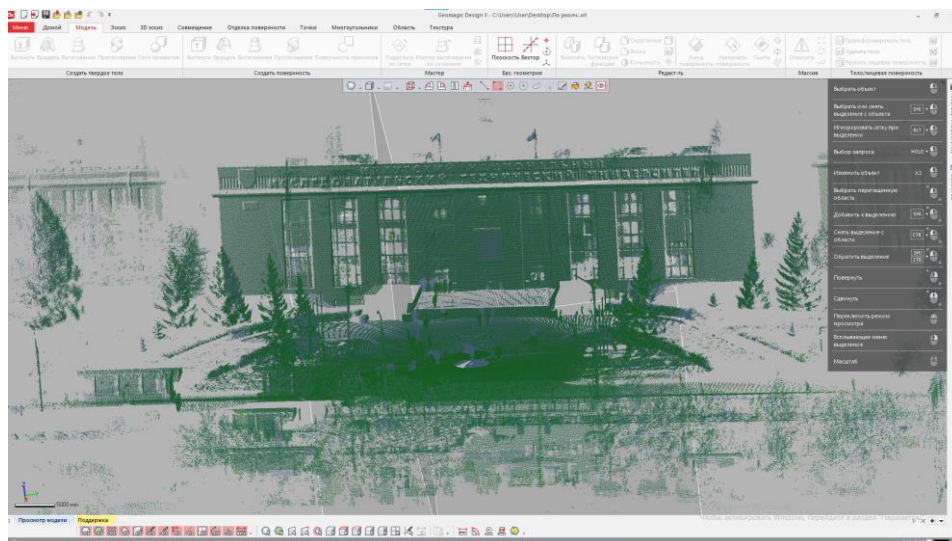


Рис. 3. Объединение сканов в ПО *Geomagic DesignX*

После объединения облако точек было импортировано в программу *Autodesk ReCap*. Данная программа была использована для удаления лишних точек скана для удобства дальнейшей работы.

Завершающим этапом работы являлось создание обмерного чертежа фасада здания в программе *Autodesk AutoCad*. В программу было импортировано полученное облако точек, по которому в результате был построен обмерный чертеж (рис. 5).

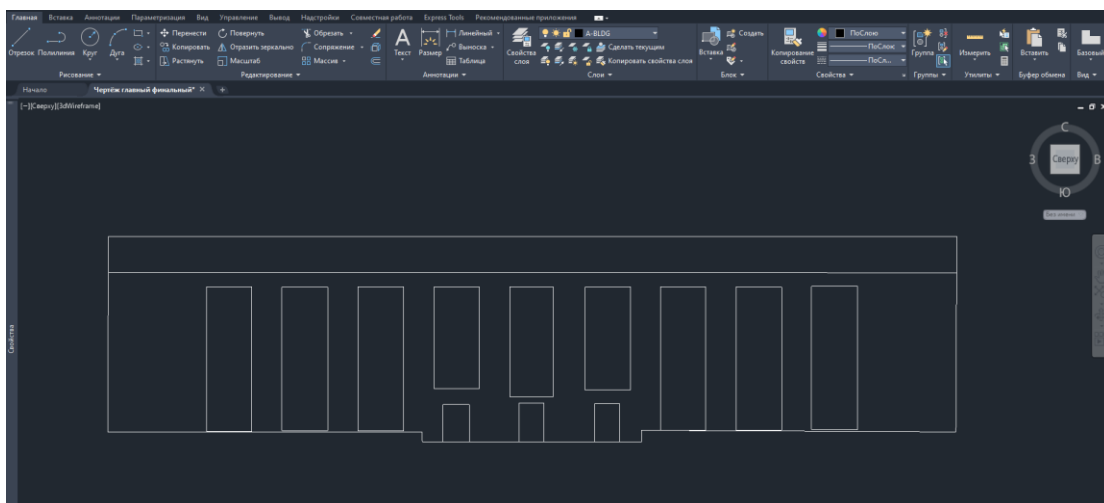


Рис. 5. Обмерный чертеж фасада здания

В заключении хотелось бы выделить *преимущества* наземного лазерного сканирования перед традиционными методами съемки:

- 1) трехмерная визуализация в процессе съемки;
- 2) миллиметровая точность;
- 3) более обширные результаты;
- 4) высокая скорость съемки.

*Недостатками* наземного лазерного сканирования являются:

- 1) высокая стоимость оборудования;
- 2) сложность обработки полученных данных.

Таким образом, лазерное сканирование можно охарактеризовать как метод с огромной перспективой и многогранными областями применения из-за растущих возможностей программного обеспечения [3].

#### Библиографический список

1. Лахтионова, А. В. Геодезическое обеспечение фасадной съемки зданий / А. В. Лахтионова // Инновационное развитие современной науки: актуальные вопросы теории и практики : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 12 апреля 2021 года. – Пенза : Наука и Просвещение, 2021. – С. 177–180.
2. Устройство и технические характеристики наземных лазерных сканеров // Фотограмметрия : учебник для вузов ; под общей редакцией А. Г. Чибуничева. – Москва : Московский государственный университет геодезии и картографии, 2016. – С. 260–262.
3. Перов, А. Ю. Преимущества использования лазерного сканирования при строительстве масштабных спортивных объектов / А. Ю. Перов, В. С. Унанян, В. В. Мальцева // Colloquium-Journal. – 2019. – № 28-9(52). – С. 33–35.

## МЕТОДИКА УЧЕТА КОГНИТИВНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Собко Ксения Александровна, студент  
Стрелец Ксения Игоревна, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: [ksusobko@gmail.com](mailto:ksusobko@gmail.com)

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
г. Санкт-Петербург, РФ

**Аннотация.** Объекты нового строительства служат ориентиром для развития городского планирования, выступая в качестве среды для взаимодействия различных групп населения, и в равной степени могут играть роль инструмента социальной инклюзии или напротив, эксклюзии.

В условиях увеличения уровня стресса и распространения ментальных расстройств учет новых факторов стресса и когнитивных потребностей населения необходим для обеспечения безопасности. Применение принципов универсального и инклюзивного дизайна способствует увеличению психологической доступности зданий для всех, а также повышает степень социальной вовлеченности людей с особыми потребностями.

На момент исследования нормативно-правовая база ограничивается формированием доступной среды для инвалидов и МГН (маломобильных групп населения) и недостаточно проработана в части инклюзивного дизайна.

В статье предлагаются принципы сбора и систематизации когнитивных потребностей групп населения, испытывающих сложности в зданиях, для их учета на стадии проектирования. В рамках методологии «дизайна для крайностей» осуществляется сбор потребностей, которые ранжируются по степени дискомфорта или опасности в случае несоблюдения. Принимается группировка потребностей в потоки проектирования по наименьшему дискомфорту.

Результаты исследования могут быть использованы при проектировании зданий, формировании отечественных стандартов в области инклюзивного дизайна или дополнении существующих стандартов по доступности зданий.

**Ключевые слова.** Когнитивные потребности, доступность, универсальный дизайн, инклюзивный дизайн, крайние точки, инклюзия.

В то время как универсальный дизайн направлен на создание недискриминирующей среды, удобной в использовании независимо от антропометрических данных пользователя и его мобильности, инклюзивный дизайн дополнительно ставит целью снизить фактор стресса от конкретной ситуации, создаваемой внешней средой в здании, или фрустрацию от функции, которую пользователю необходимо выполнить, находясь в этой среде [1]. При проектировании инклюзивных пространств в условиях отсутствия четкой методологии принято исходить из этих же целей [2].

При анализе потребностей в соответствии с методологией «дизайна для крайностей» («*ban the average, design for the edges*» [3]) из сферы диджитал-дизайна составляется выборка, содержащая портреты пользователей крайних точек (лиц с наиболее ярко выраженными когнитивными потребностями). В формируемой выборке портретов каждому пользователю назначаются потребности с определением типа (визуальная, аудиальная, тактильная, физическая, поведенческая). Примеры потребностей приведены на рис. 1.

Тип потребности	Потребность	Описание потребности	Категории потребностей	Предложение
Аудиальная	Тишина	(Создание тихих зон для людей с аутизмом, где отсутствуют громкие звуки и яркие огни)	Сенсорная однородность	тихая зона
Визуальная	Мягкое, немерцающее освещение	(Использование специального освещения): Некоторые люди с эпилепсией чувствительны к мерцанию или быстрым изменениям освещения. Использование мягкого, немерцающего освещения может помочь предотвратить приступы.	Сенсорная однородность	ограничение частоты мерцания света до 4 Гц
Тактильная	Натуральные материалы	(Использование натуральных материалов и избегание синтетических тканей, которые могут вызвать дискомфорт)	Мебель	натуральные материалы в интерьере
Физическая	Физическая активность	(Создание пространств для физической активности или "выброса энергии", чтобы помочь в управлении гиперактивностью)	Физическая активность	место для физической активности
Поведенческая	Предсказуемость среды	(Создание структурированных и предсказуемых сред, чтобы избежать стресса, вызванного неожиданными изменениями)	Технологии для сопровождения	ясный язык, схемы

Рис. 1. Типы потребностей

Указываются факторы, провоцирующие изменение в поведении, а также вид изменений при наступлении фактора стресса. Диагнозы для описания аффективных состояний предлагается принимать по справочнику «Международная классификация болезней 10-го пересмотра» (МКБ-10) или его переизданиям [4]. Выделяются укрупненные категории потребностей пользователей. Примеры категорий потребностей представлены на рис. 2.

<b>Сенсорная однородность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>регулирование уровня шума</li> <li>минималистичный дизайн среды</li> </ul>
<b>Сенсорная стимуляция</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>игрушки для нейросенсорной стимуляции</li> <li>разнообразие текстур</li> </ul>
<b>Удобство</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>зоны уединения</li> </ul>
<b>Контролируемые факторы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>насыщенные цвета в интерьере</li> <li>матовое стекло</li> </ul>
<b>Мебель</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>мягкая мебель</li> <li>жесткая мебель</li> <li>специализированная мебель</li> </ul>
<b>Сопровождение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>физическое (поручни, прорезиненное покрытие)</li> <li>аудиальное (голосовые подсказки)</li> <li>визуальное (символьные подсказки)</li> </ul>
<b>Специализированные</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>место для сброса энергии</li> <li>пространство для кинестетического обучения</li> </ul>
<b>Планировочные решения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>комнаты медперсонала</li> <li>гибкая планировка</li> <li>открытые пространства</li> </ul>

Рис. 2. Категории потребностей пользователей

В зависимости от степени дискомфорта и опасности для пользователя  $u_i$  каждой потребности  $n_j$  назначается урон  $c_{u,n}$  в баллах от 0 до 10. Если потребность пользователя  $u_i$  входит в конфликт с потребностью другого пользователя, ему назначается урон  $-10$  и в поле «конфликт» указывается с каким пользователем его нежелательно группировать. Принцип ранжирования урона приведен на рис. 3.

Значение урона	Расшифровка	Пример
10	Неучтенная потребность ставит под угрозу безопасность в среде	Приступ с потерей сознания
9	Неучтенная потребность делает группу уязвимой в непредвиденной ситуации	Отсутствие инструкций на ясном языке в момент эвакуации
8	Неучтенная потребность делает группу фактором стресса для окружающих	Учащение тиков у людей с синдромом Туретта может спровоцировать перегрузку у людей с эпилепсией
7	Потребность не влияет на безопасность, но осложняет взаимодействие с окружающими	Отсутствие пространства для физической активности «выброса энергии», чтобы помочь людям с СДВГ в управлении гиперактивностью
6	Потребность не влияет на безопасность, но является фактором стресса в среде	Отсутствие понятной системы навигации для пожилых людей
5	Потребность не влияет на безопасность, но повысит уровень комфорта группы	Предоставление специализированных кресел-качалок для людей с АДНД для помощи в концентрации
4	Потребность не влияет на безопасность, но учитывается группой при выборе среды	Люди с РАС выбирают пространства, где по требованию могут снизить уровень шума
3	Потребность не влияет на безопасность, относится к общим рекомендациям по проектированию	Снижение уровня шума от вентиляторов для групп, которым не критичен уровень звуковой стимуляции
2	Потребность не влияет на безопасность, относится к общим рекомендациям по планировке пространства	Наличие медперсонала (устройство комнаты медперсонала)
1	Потребность не влияет на безопасность, относится к общим рекомендациям по эксплуатации пространства	Проведение социальных мероприятий, обучение персонала и других посетителей взаимодействию с конкретными группами
0	Потребность не влияет на безопасность и взаимодействие с окружающими	Наличие игровых материалов для нейросенсорной стимуляции одной группы никак не влияет на безопасность других групп
Дополнительные условия		
-10	Учтенная потребность входит в конфликт с потребностями пользователя	Визуальная стимуляция, необходимая группе людей с гиперактивностью сенсорной интеграции, противопоказана людям с РАС

Рис. 3. Расшифровка значений урона  $c_{u,n}$  для исследуемой группы



Для определения наиболее выгодного способа группировки пользователей по потокам в зависимости от их потребностей предлагается использовать модель целочисленной линейной оптимизации с минимизацией функции суммарного дискомфорта всех пользователей (1):

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^m c_{i,n}}{m}. \quad (1)$$

**Выводы.** Сформулированы принципы инклюзивного дизайна в применении к общественным зданиям. Предложена методика сбора и систематизации когнитивных потребностей населения, основанная на методе «дизайна для крайностей». Введено понятие урона как степени дискомфорта и опасности среды для пользователя при невыполнении когнитивной потребности. Предпроектную группировку требований следует осуществлять с учетом суммарного дискомфорта исследуемой группы. Методику возможно применять для зданий различного назначения, варьируя состав исследуемой группы и количество потоков.

#### Библиографический список

1. Семенова, Т. Н. К вопросу о конструировании инклюзивной среды для лиц с инвалидностью—универсальный дизайн On the issue of designing an inclusive environment for people with disabilities / Т. Н. Семенова // Под редакцией. – 2023. – С. 527. – URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_54050567\\_23864419.pdf#page=527](https://elibrary.ru/download/elibrary_54050567_23864419.pdf#page=527)
2. Наберушкина, Э. К. Инклюзивный дизайн (обзор зарубежных концепций) / Э. К. Наберушкина, Е. А. Радченко, Е. Р. Мирзаева // Теория и практика общественного развития. – 2023. – №. 2 (180). – С. 30–35. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inklyuzivnyy-dizayn-obzor-zarubezhnyh-kontseptsiy>
3. Савина, А. Без исключений: что мы знаем о мире, доступном для всех. – URL: <http://www.wonderzine.com/wonderzine/life/life/229016-be-inclusive>
4. Международная классификация болезней 10-го пересмотра // [Электронный ресурс]. – URL: <https://mkb-10.com/>



## ПРИМЕНЕНИЕ ВИНТОВЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Старцева София Станиславовна, студент  
Путина Юлия Андреевна, преподаватель  
E-mail: [sofastar\\_27@mail.ru](mailto:sofastar_27@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье рассматривается актуальность применения винтовых свайных фундаментов в современном строительстве, преимущества данного вида фундамента по сравнению с традиционными методами основания зданий и недостатки относительно остальных видов свай. Также рассмотрены разновидности свай и области их применения в строительстве. Этот вид фундамента приобрел большую популярность благодаря простоте монтажа, небольшим срокам установки и универсальности. Винтовые сваи применяются при сложных, нестабильных грунтовых условиях строительного участка, где есть риск повышенных неравномерных деформаций. Наиболее подходящими для установки свайно-винтового фундамента являются суглинки и глинистые почвы. Однако при очень пластичных грунтах они не могут быть применимы из-за риска критической деформации, что может повлечь за собой повреждение и крен самого строения. Особое внимание в статье уделено техническим характеристикам винтовых свай, их устойчивости, надежности и долговечности согласно нормативным документам и ГОСТам. Также рассматривается реальный пример успешного применения винтовых свайных фундаментов в г. Нижний Тагил по ул. Бригадная, д. 161. В конце статьи делается вывод о целесообразности использования данного вида фундамента для обеспечения надежности и долговечности строений.

**Ключевые слова.** Винтовые сваи, фундаменты, грунты, свайные фундаменты, строительство.

В современном мире к качеству фундамента предъявляются очень жесткие требования, т. к. правильно выбранный и спроектированный тип фундамента обеспечивает прочность и надежность всего сооружения. Поэтому все чаще при сложных грунтовых условиях строительного участка (сильнопучинистые, слабые и обводненные грунты), где есть риск повышенных неравномерных деформаций, применяют свайно-винтовой фундамент. Винтовой фундамент позволяет возводить здания и сооружения разных конструктивных схем и назначений из таких типов материалов, как бетон, дерево, кирпич, металл и т. д. Также использование винтовых свай заметно упрощает и ускоряет процесс строительства нулевого цикла и обеспечивает высокую несущую способность возводимых конструкций.

Винтовая свая – это свая, состоящая из металлического наконечника с лопастями или многовитковыми спиралями и трубчатого металлического ствола, погружаемая в грунт методом завинчивания в сочетании с вдавливанием. Согласно ГОСТ 59106–2020 ствол винтовой сваи изготавливается из стальных бесшовных горячедеформированных труб или электросварных прямошовных труб с использованием высокопрочной углеродистой или низколегированной стали, что придает стволу сваи прочность и стойкость к деформациям. Чтобы защитить конструкцию винтовой сваи от коррозии и продлить срок службы фундамента, ее покрывают полимерными специализированными составами, которые нейтрализуют негативное воздействие влаги и других агрессивных факторов. Несколько разновидностей стальных винтовых свай представлены на рис. 1.



Рис. 1. Виды стальных винтовых свай

В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 59106–2020, СП 16.13330.2017, СП 24.13330.2021, СП 294.1325800.2017) выбор в пользу того или иного вида свай осуществляется на основании анализа особенностей грунтовых условий и предполагаемой нагрузки на фундамент.

Свайно-винтовые фундаменты могут быть установлены при возведении:

- промышленных объектов (здания заводов, фабрик, трубные эстакады);
- зданий жилищно-гражданского строительства (многоэтажные жилые дома, общественные здания, склады, ангары, ограждения);
- объектов индивидуального жилищного строительства (жилые дома этажностью не более трех, пристройки, хозяйственные постройки);
- сооружений сельскохозяйственного строительства (теплицы);
- сооружений транспортного строительства (дороги, шумозащитные экраны);
- сооружений гидротехнического назначения, в т. ч. устанавливаемых на обводненных грунтах (причалы, мосты).

Они также используются при реконструкции фундаментов, укреплении склонов и берегов водоемов. Установка винтовых свай может осуществляться как вручную, так и с применением спецтехники или редуктора. Главное *преимущество* этих фундаментов – отсутствие шума и вибраций во время установки, что делает их идеальным выбором для работы в условиях плотной городской застройки.

Успешный пример применения винтовых свай при строительстве магазина «Магнит» в г. Нижний Тагил по ул. Бригадная, д. 161.



Рис. 2. Магазин «Магнит» в г. Нижний Тагил с применением винтовых свай

На основании инженерно-геологических изысканий 998/2018-ИГИ, выполненных ООО «ТИСИЗГЕО», основанием для свайных фундаментов под колонны здания магазина принят грунт (ИГЭ-2) – скальный грунт известняков серого цвета, средневыветрелый, трещиноватый, средней прочности. Фундаменты здания магазина были запроектированы компанией «Главфундамент» свайными. Конструктивная схема здания – легкий каркас, выполнен по шарнирной схеме. На площадке строительства при возведении здания был обнаружен достаточно высокий уровень грунтовых вод. Были приняты винтовые стальные сваи, материал ствола – труба 159×6, марка стали – Ст10, диаметр лопасти 350 мм, толщина 8 мм,

материал стали лопасти – Ст20 длиной 4 м. Соединение свай с колонной – болтовое. В качестве оголовка принят металлический лист толщиной 20 мм с усилениями из металлических косынок. Винтовые сваи были выбраны из-за небольших нагрузок и недостаточно прочного основания здания.

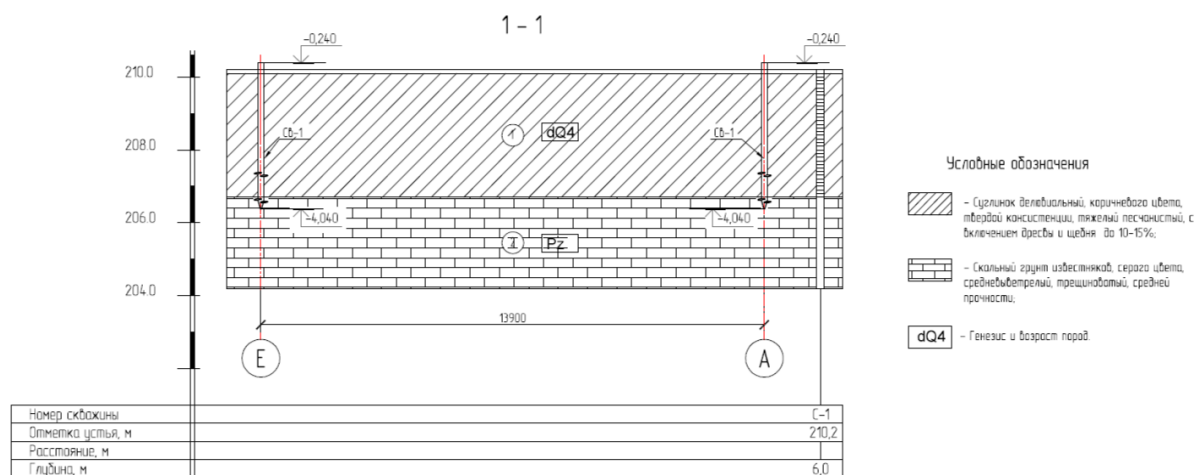


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез установленного фундамента

Применение винтовых свай в строительстве имеет множество преимуществ, которые делают этот метод особенно популярным в настоящее время. Винтовые сваи являются удобными в использовании, могут использоваться практически в любых условиях, включая места со слабым грунтом или труднодоступные объекты строительства. Благодаря высокой надежности и долговечности, винтовые сваи являются отличным выбором для строительства как небольших сооружений, так и крупных объектов. Они способны выдерживать большие нагрузки и обеспечивают устойчивость конструкции на протяжении долгого времени. Использование винтовых свай в строительстве является весьма эффективным и перспективным решением, которое позволяет значительно улучшить качество и сроки выполнения строительных работ.

#### Библиографический список

1. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. – Введ. 14.12.2021. – Москва : МИНСТРОЙ России, 2021. – 21 с.
2. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. – Введ. 16.12.2016. – Москва : МИНСТРОЙ России, 2016. – 20 с.
3. Винтовые сваи [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Винтовые\\_сваи](https://ru.wikipedia.org/wiki/Винтовые_сваи) (дата обращения 14.04.2024). Режим доступа: свободный.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРЕВА МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ELCUT

Толочко Ирина Викторовна, магистрант  
Бережной Роман Сергеевич, магистрант  
Коробков Сергей Викторович, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: [korobkov\\_1973@mail.ru](mailto:korobkov_1973@mail.ru)

Томский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Томск, РФ

**Аннотация.** В настоящей статье приведены результаты компьютерного моделирования процессов прогрева бетона монолитной плиты перекрытия жилого дома греющими проводами в зимнее время с применением программного комплекса *ELCUT*. Целью настоящей работы являлось решение термодинамической задачи электрообогрева бетона монолитной междуэтажной плиты перекрытия греющими проводами при низких отрицательных температурах. Процесс моделирования включал в себя постановку задачи, разработку модели, учет свойств используемых материалов, решение задачи и анализ полученных результатов. В качестве основных для расчета тепловой обработки бетона были приняты следующие параметры: геометрические размеры бетонной конструкции, материал опалубки, вид и толщина слоя утеплителя для обеспечения тепловой защиты монолитной конструкции в период электрообогрева бетона, а также класс бетона, расход цемента и тип нагревательного провода. В результате проведенных исследований подобраны режимы электрообогрева железобетонной плиты перекрытия, которые обеспечили получение требуемой распалубочной прочности бетона. При соблюдении технологии электрообогрева нагревательными проводами возможно получать качественные железобетонные конструкции, возводимые в зимнее время. Практическая значимость проведенных результатов компьютерного моделирования заключается в совершенствовании методики ручного расчета параметров электрообогрева бетона конструкций в зимнее время.

**Ключевые слова.** Зимнее бетонирование, плита перекрытия, греющий провод.

Прогрев бетона – это важный этап строительства, задача которого заключается в обеспечении оптимальных условий для твердения бетона. Одним из таких прогревных методов является применение греющих проводов. Актуальным является прогнозирование распределения температурных полей по сечению возводимых бетонных конструкций и набора прочности на определенных временных этапах термообработки. Данный процесс прогнозирования могут облегчить методы компьютерного моделирования [1]. Цель данной работы – замоделировать электрообогрев бетона междуэтажной плиты перекрытия типового этажа греющими проводами в условиях отрицательных температур для выработки оптимальных режимов прогрева, для достижения наилучших показателей по прочности бетона. Данные исследования являются продолжением цикла работ [2–4].

Объектом исследования выбрана монолитная железобетонная междуэтажная плита перекрытия толщиной 180 мм (рис. 1). Проектный класс бетона по прочности В25.

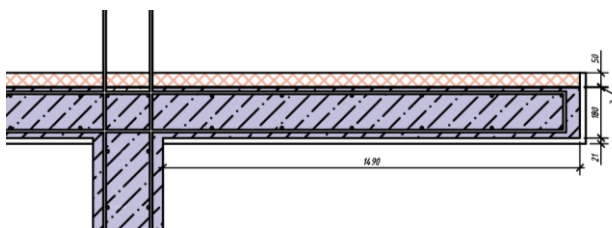


Рис. 1. Фрагмент моделируемой плиты перекрытия

Бетонирование плиты перекрытия осуществляется при отрицательной температуре наружного воздуха от  $-5$  до  $-25$  °С со средней скоростью ветра 5 м/с. Температура бетонной смеси к началу электрообогрева принята  $+5$  и  $+10$  °С. Максимальная температура изотермического обогрева принята  $+50$  °С. Опалубка принята балочно-стоечная с палубой из водостойкой фанеры толщиной 21 мм. Электрообогрев бетона плиты выполняется при помощи греющего провода марки ПНСВ с диаметром жилы 1,2 мм, который укладывается в нижнем и верхнем сечении плиты. Погонная нагрузка на провод принята 35–40 Вт/п.м. Шаг раскладки греющего провода принят 200 мм. Для предотвращения продувания пространства под плитой принято навешивание тентов из ПВХ толщиной 3 мм. Верхняя неопалубленная поверхность плиты утепляется экструдированным пенополистиролом толщиной 50 мм. Для каждого материала стыка плиты со стеной были заданы свои физические характеристики. Теплопотери в прогреваемой конструкции осуществляются через опалубку, выпуски арматуры и стену под плитой перекрытия.

Для решения поставленных задач создана расчетная модель плиты перекрытия в программном комплексе «*ELCUT*» с соблюдением геометрических размеров и физических свойств применяемых материалов. Разбиение сечения плиты перекрытия на конечные элементы выполняется автоматически с построением сетки конечных элементов (рис. 2). Также при решении поставленной задачи использовалась надстройка «*WinConcret*», которая разбивает заданную модель на отдельные блоки и каждому блоку присваивается номер (рис. 3).

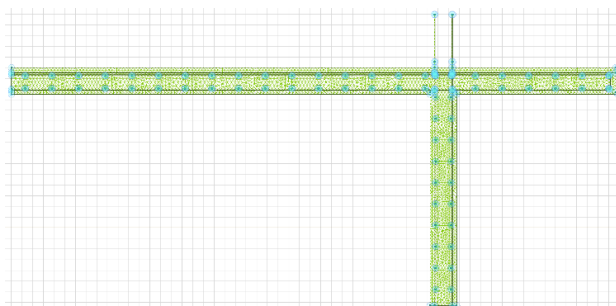


Рис. 2. Расчетная модель плиты перекрытия с построением сетки конечных элементов

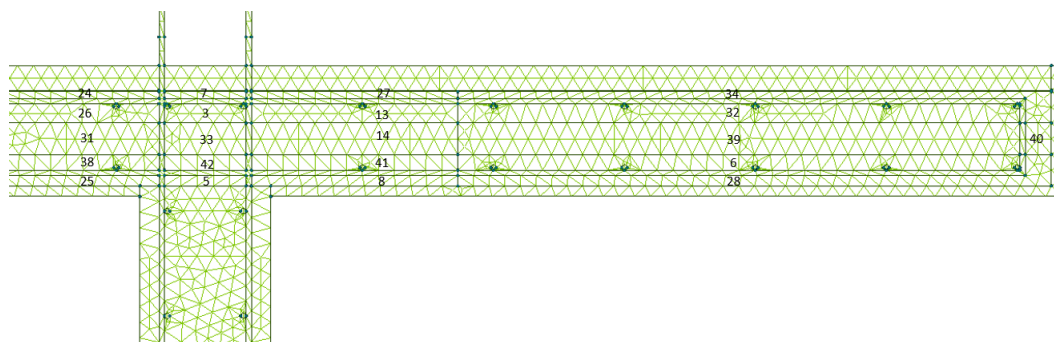


Рис. 3. Разбиение расчетной модели на отдельные блоки с их нумерацией

В процессе моделирования было принято решение уменьшить шаг раскладки греющего провода в стыке плиты перекрытия с ранее забетонированной и имеющей отрицательную температуру стеной.

В результате моделирования электрообогрева плиты перекрытия были определены продолжительность прогрева и выдерживания конструкции при различных отрицательных температурах наружного воздуха. Анализ полученных данных показал, что при темпера-

туре наружного воздуха  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  время прогрева бетона составляет 48 ч при начальной температуре бетонной смеси  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а если начальная температура бетонной смеси будет  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то срок прогрева уменьшится на 5 ч и составит 43 ч (табл. 1).

Таблица 1

Полученные данные о режимах электрообогрева и достигнутой прочности бетона при разных температурах наружного воздуха

Начальная температура бетонной смеси, $^{\circ}\text{C}$	Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Время электрообогрева, $^{\circ}\text{C}$	Время выдерживания, ч	Прочность бетона после электрообогрева, % от R28	Нагрузка на греющий провод, Вт/п.м.
+5	-5	48	48	72	35
+5	-10	54	42	70	35
+5	-15	66	30	70	35
+5	-20	90	22	70	35
+5	-25	95	16	70	40
+10	-5	43	53	72	35
+10	-10	54	42	70	35
+10	-15	66	30	70	35
+10	-20	84	24	72	35
+10	-25	78	20	70	40

Анализируя полученные результаты, можно прийти к выводу, что за определенное время электрообогрева и выдерживания бетона при различных температурах наружного воздуха бетон во всех блоках набирает распалубочную прочность в 70 % от проектной, что соответствует требованиям СП70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Установлено, что расчет параметров режимов электрообогрева бетона плиты перекрытия более точно можно осуществить в программном комплексе *Elcut*, а надстройка *Win-Concret* дает возможность оценки температурных полей, характера набора прочности во всех участках конструкции.

Благодаря программе *Elcut Pro* и надстройки *WinConcret* представляется возможным учесть основные параметры прогрева и получить требуемую прочность бетона. Расчет в программе оптимизирует и детализирует работу в сравнении с ручным расчетом.

#### Библиографический список

1. Дудин, М. О. Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом / М. О. Дудин, Н. И. Ватин, Ю. Г. Барабанщиков // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 2. – С. 33–45.
2. Petrov, E. Numerical Modelling of Heat Treatment of Concrete of Monolithic Structures of Buildings in Winter Conditions of Construction / E. Petrov, S. Korobkov, S. Kuznetsov // IOP Publishing: Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – No. 2131. – P. 052063. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/5/052063.
3. Korobkov, S.V. Modeling the hardening process of monolithic reinforced concrete structures in Elcut Pro software package / S.V. Korobkov, D. A. Mikhailov, A. I. Gnyrya, M. M. Titov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – No. 953. – P. 012030. DOI:10.1088/1757-899X/953/1/012030.
4. Korobkov, S. Computer Simulation of Electric Heating of Concrete Column / S. Korobkov, A. Gnyrya, S. Kuznetsov // Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). – 2022. – Vol. 403. – P. 349–357. – [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5_39).



## ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА

Туркатова Елена Сергеевна, студент  
Тилинин Юрий Иванович, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: [e.turkatova@yandex.ru](mailto:e.turkatova@yandex.ru)

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Санкт-Петербург, РФ

**Аннотация.** В современных условиях все больше применяют в капитальном строительстве металлические конструкции. Особенно это эффективно при надстройке и расширении существующих зданий с кирпичными стенами. Авторы при анализе эффективности способов производства работ при реконструкции зданий использовали критерий технологичности и оценили, таким образом, эффективность надстройки и пристройки зданий с использованием металлического каркаса. Особенно интересен способ реконструкции зданий в городских условиях, заключающийся в сочетании металлического каркаса, железобетонного перекрытия и кладки стен из газосиликатных блоков, который применен в 2017 г. в Москве при надстройке и расширении научного центра хирургии им. Б. В. Петровского Российской академии медицинских наук в Абрикосовом переулке, д. 2.

**Ключевые слова.** Технологичность, реконструкция, здание, кирпичные стены, надстройка, пристройка, металлический каркас, железобетонные перекрытия, кладка стен, газосиликатные блоки, практический опыт.

Одной из наиболее актуальных проблем реконструкции зданий в городских условиях, когда надо обеспечить не только надстройку нескольких этажей, но и расширить здание за счет пристройки одного или двух корпусов, является применение металлического каркаса, обеспечив при этом не только технологичность возведения, но и требования к огнестойкости его элементов [1–5].

Аналогичная технология была применена при надстройке этажей научного центра хирургии им. Б. В. Петровского Российской академии медицинских наук (далее – РАМН) в Абрикосовом переулке, д. 2, в Москве. На существующую этажность было надстроено дополнительно 5 этажей и пристроено еще два 12-этажных блока. Технология возведения надстройки и пристройки с использованием металлического каркаса позволила сохранить существующую часть здания, а также использовать для расширения здания свободную территорию. На рис. 1 показан каркас, перекрытие и стены пристройки.



Рис. 1. Надстройка пяти этажей и пристройка двух 12-этажных блоков с несущим стальным каркасом к зданию (РАМН) в Абрикосовом переулке, д. 2, г. Москва  
<https://ardexpert.ru/article/10226> (обращение 25.02.2024 г.)

Для обеспечения требований огнестойкости перекрытия выполнены из монолитного железобетона, кладка стен из газосиликатных блоков, колонны и ригели из стального проката. Наряду с колонными и балочными двутаврами при возведении надстроек часто используются легкие металлические конструкции из квадратных труб, холодногнутых оцинкованных профилей. Стены из газосиликатных блоков выполняют функцию огнезащиты стальных колонн и ригелей каркаса. Огнестойкие железобетонные перекрытия повышают пожаробезопасность здания [6–9].

Технологичность можно оценивать трудоемкостью производства работ при обеспечении необходимой пожаробезопасности. По сравнению с возведением кирпичных надстроек зданий, трудоемкость реконструкции с металлическим каркасом в 2 раза ниже за счет легкости надстроек и, соответственно, экономии труда на усилении оснований и фундаментах. Возведение каркаса выполняется укрупненными блоками, что также снижает трудоемкость работ.

Кроме того, существуют решения по надстройке зданий с использованием стального каркаса, опирающегося на новый фундамент, не зависящий от существующего здания. Таким образом нагрузка от надстройки не передается на стены и фундамент реконструируемого здания. Реконструкция происходит без прекращения функционального использования зданий и легко осуществляется в условиях плотной городской застройки без использования большого количества крупногабаритной техники. Технология строительства с применением стального каркаса позволяет выполнить надстройку за короткие сроки, в любое время года и обеспечить высокое качество.

По мнению авторов, основанному на анализе нормативных требований к зданиям и опыта реконструкции, технологии возведения надстроек зданий с использованием легких металлических конструкций (ЛМК) пригодны для здания не более четырех этажей, при строительстве из легких тонкостенных стальных конструкций (ЛСТК) высота здания должна быть не более двух этажей.

Технология стального каркаса из прокатных профилей применима для зданий высотой до девяти этажей.

Рассмотренные технологии можно использовать для строительства новых зданий, возводимых на месте снесенных. Например, в закрытых территориальных образованиях на севере Мурманской области.

### **Выводы**

Таким образом, опыт реконструкции здания (РАМН) в Абрикосовом переулке, д. 2, г. Москва целесообразно применить и для реновации закрытых территориальных образований Мурманской области как наиболее технологичный.

### **Библиографический список**

1. Бирюков, А. Н. Проблема выбора эффективных способов реконструкции исторических зданий, эксплуатируемых организациями Санкт-Петербургского гарнизона : сборник статей / А. Н. Бирюков, Ю. И. Тилинин // В сборнике : Коммунально-эксплуатационное обеспечение военной инфраструктуры: горизонты будущего.– Санкт-Петербург, 2023. – С. 144–148.
2. Величкин, В. З. Современные технологии усиления деревянных стропил в доходных домах исторической части Санкт-Петербурга / В. З. Величкин, Д. А. Животов, В. В. Латуга, Ю. И. Тилинин // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 5 (76). – С. 125–131.
3. Величкин, В. З. Комбинированные технологии усиления простенков и колонн / В. З. Величкин, Ю. И. Тилинин, Д. А. Животов // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 6 (77). – С. 186–192.



4. Юдина, А.Ф. Совершенствование технологии усиления бетонных колонн при реконструкции каркасных зданий / А. Ф. Юдина, Ю. И. Тилинин, Д. А. Животов // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 2 (73). – С. 104–111.
5. Тилинин, Ю. И. Технологии строительства зданий в городских условиях / Ю. И. Тилинин, Д. А. Животов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 1 (43). – С. 32–37.
6. Тилинин, Ю. И. Технологии строительства жилых многоквартирных домов в Санкт-Петербурге / Ю. И. Тилинин, В. Ю. Тилинин // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № S10 (11). – С. 54–62.
7. Тилинин, Ю. И. Выбор технологии оперативного строительства объектов инфраструктуры с учетом долговечности зданий / Ю. И. Тилинин, Ч. О. Бахтинова, Е. В. Хорошенькая, В. Ю. Тилинин // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 1 (84) – С. 95–96. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021.
8. Тилинин, Ю. И. Выбор технологии оперативного строительства объектов инфраструктуры с учетом долговечности зданий / Ю. И. Тилинин, Ч. О. Бахтинова, Е. В. Хорошенькая, В. Ю. Тилинин // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 1 (84) – С. 95–96. Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021.
9. Тилинин, Ю. И. Повышение технологичности монтажа каркасно-панельных быстровозводимых зданий / Ю. И. Тилинин, Д. А. Животов, В. Ю. Тилинин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 1 (35). – С. 34–37. – Астрахань : АГАСУ, 2021.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ОБЛЕГЧЕННОГО ПРОФИЛЯ

Цветков Евгений Алексеевич, студент  
Стрелец Ксения Игоревна, доц., канд. техн. наук  
E-mail: [strelec\\_ki@spbstu.ru](mailto:strelec_ki@spbstu.ru)

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
г. Санкт-Петербург, РФ

**Аннотация.** С целью сохранения ресурсов окружающей среды, а также удешевления методов постройки несущих конструкций необходима технология рационального использования металлопрофиля. Одним из решений, использующим меньшее количество металла для создания несущего каркаса, является пропорциональное уменьшение сечения металлического профиля для снижения металлоемкости проекта. В данной работе приводится анализ применения металлоконструкций из облегченного профиля. Предметом исследования является металлопрофиль более тонкого сечения. Особое внимание отводится несущей способности профиля. Рассматриваются область применения, технологии производства и материалы, позволяющие снизить металлоемкость и конечную массу конструкции без значительной потери в несущей способности. В результате обобщается информация, полученная вследствие обзора литературы, делаются выводы по изученным материалам и даются предположения о дальнейшем векторе развития конструкций из облегченного профиля. Использование технологии строительства из ЛМК и ЛСТК является перспективным направлением в строительстве, которое позволит снизить затраты на строительство, улучшить экологические показатели и создать прочные и надежные конструкции. На данный момент технология строительства из облегченного профиля не является повсеместно развитой. Существуют негативные факторы и пути их решения, которые будут рассмотрены далее.

**Ключевые слова.** Металлоконструкции, тонкостенный профиль, сварные соединения, пуклевка, заклепочные соединения.

Цель работы – описание методов комплексного усовершенствования технологии создания каркасов из облегченного металлического профиля за счет разработки новых и внедрения существующих инженерных решений.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- Рассмотрение проблем и недостатков в технологическом и экономическом аспекте производства каркасов из ЛМК и ЛСТК.
- Расчет комплексного показателя качества исполнения технологии.
- Устранение недостатков технологии и процесса производства работ с последующим созданием корректировок рабочей документации.

В соответствии со статистикой публикаций по тематике «Строительство. Архитектура», касающихся легких металлических конструкций, можно сделать вывод о том, что технология строительства из легкого металлопрофиля продолжает развиваться и расширять свое применение [1–2].

При использовании конструкций из ЛМК и ЛСТК в промышленном среднегабаритном строительстве следует учитывать, что, хотя они имеют множество преимуществ, включая легкий вес, необходимо строго соблюдать все технологические правила. Нарушение этих правил может привести к проблемам в процессе эксплуатации конструкции из-за возможных дефектов. Поэтому использование ЛМК требует большой ответственности и точного следования инструкциям для обеспечения надежности и безопасности конструкции.



Рис. 1. Статистика публикаций на «*Elibrary.ru*»

Конструкции из тонкостенного профиля действительно могут сэкономить ресурсы благодаря низкому весу и простоте монтажа. Однако важно не забывать, что количество преимуществ может быть снижено или даже аннулировано при нарушении технологии монтажа. Погоня за экономией часто приводит к губительным последствиям, особенно если нарушения технологии возникают на этапах проектирования и монтажа. Это может привести к неправильному соединению элементов, недостаточной жесткости конструкции, потенциальным дефектам и проблемам в будущем. Поэтому важно строго соблюдать все технологические рекомендации и инструкции производителя при работе с конструкциями из ЛСТК и ЛМК, чтобы обеспечить их надежность и долговечность.

#### **Пути усовершенствования технологии строительства из тонкостенного профиля**

Были проанализированы особенности различных ферм, изготовленных из ЛСТК. При более детальном изучении процессов их сборки и производства были выявлены определенные проблемы и недочеты, решение которых возможно с помощью применения определенных мер и внедрения технологий, описанных далее [3]. Процесс усовершенствования технологии строительства из ЛМК подразумевает под собой разработку технологии, позволяющей снизить затраты и уменьшить стоимость строительства.

Внедрение электроинструмента с регулируемым моментом затяжки решает несколько проблем одновременно. Без такого инструмента при сборке приходится дважды проверять все болтовые соединения: первый раз при установке и второй раз при затяжке каждого болта для достижения необходимого момента. Применение аккумуляторного гайковерта и подобных инструментов позволяет увеличить скорость сборки болтовых соединений минимум в полтора раза.

Наблюдения показывают, что обычные элементы с необлегченным сечением могут долго сохранять свою стойкость к коррозии, даже при недостаточной антикоррозионной обработке. Однако элементы с облегченным сечением быстро теряют жесткость и нагрузочные характеристики при корродировании. Это означает, что для защиты тонкостенного профиля от потенциального повреждения целесообразно применять более толстый слой цинка, чем тот, который рекомендован в стандарте ГОСТ Р 52246–2004 [4].

При использовании облегченного каркаса соединения более подвижны и склонны к ослаблению. Для обеспечения длительной устойчивости и надежности момента затяжки рекомендуется применять крепежные элементы, сохраняющие оптимальный момент затяжки в сочетании с инструментами для его регулировки.

Конструкции из ЛСТК имеют большую склонность к потере несущей способности под действием высоких температур. Качественная огнезащита рекомендована конструкциям из ЛСТК и ЛМК. Конструктивная огнезащита, включающая облицовку металлоконструкций огнестойкими материалами, является эффективным способом защиты зданий от огня. Однако, как было упомянуто, этот метод может быть трудоемким и дорогостоящим.

Такие материалы, как плиты из минеральной ваты обладают хорошей теплоизоляцией и способностью сдерживать распространение огня. Важно не только правильно выбрать материалы для конструктивной огнезащиты, но и следить за их установкой и качеством исполнения работ [5–6].

Пуклёвка представляет собой нанесение просечки на каждую из соединяемых деталей металлокаркаса. При соединении этих просечек детали встают в необходимое положение относительно друг друга. Нанесение просечек на соединяемые детали позволяет избежать необходимость подгонки элементов и проверки диагоналей. Главная роль пуклёвки заключается в увеличении несущей способности всего каркаса за счет повышения точности сборки. В зависимости от разных типов крепежа и толщины металла соединения с пуклёвкой имеют преимущество по несущей способности минимум в 20 %.

Заклепочные соединения хорошо подходят для легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) если необходимо соединить элементы толщиной до 2 мм. Если толщина металла соединяемых элементов увеличивается с 2 до 4 мм, то лучше использовать болтовые соединения или сварку. В отечественных нормативных документах требования к расчету соединений ЛСТК приводятся в СП 28.13330.201 «Защита стальных конструкций от коррозии». Помимо того, что с учетом применения пуклевки, несущая способность заклепочного соединения отвечает нормам, использование заклепок для профиля толщиной до 2 мм, позволяет произвести монтаж с выигрышем по времени в два раза по сравнению с болтами.

Точечная контактная сварка обеспечивает высокое качество соединения, которое выдерживает большие нагрузки при давлении, а также динамические нагрузки и нагрузки на разрыв. Существует распространенное мнение, что подобный способ вызовет проплавление металла и нарушение антикоррозионного слоя. В случае соблюдения технологии процесса вокруг зоны контактной сварки образуется сплошное кольцо из расплавленного цинка, вытесненного из места сварки, которое является хорошей защитой соединения от коррозии. При правильном выборе режима сварки почти не повреждается наружный цинковый слой. По этой же причине подобный метод применяется к профилю толщиной 2–4 мм. Исходя из сопоставления таблиц разрушающих усилий на срез и разрыв сварных точек и болтовых соединений, а также принимая во внимание дальнейшее использование пуклёвки, повышающей несущую способность соединений, можно сделать вывод о том, что в колоннах допустима замена на соединения, выполненные контактной сваркой. Таким образом при использовании станции для контактной сварки можно получить почти десятикратный выигрыш во времени монтажа.

Подводя итог, при изучении процесса сборки металлокаркасов из легкого металлического профиля на практике были выявлены проблемы, которые часто приводят к увеличению стоимости, замедлению строительства и повреждениям конструкции. Был рассмотрен комплекс технологических улучшений, способствующих существенному снижению финансовых и временных потерь.

#### Библиографический список

1. Еремеев, П. Г. Тонколистовые мембраны – новый вид легких металлических конструкций (ЛМК) покрытий / П. Г. Еремеев // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 1992. – № 7. – С. 14–16.
2. Никулин, М. Ю. Технология возведения зданий и сооружений из легких металлических конструкций (ЛМК) / М. Ю. Никулин // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. – 2021. – С. 125–128.
3. Фисун, В. А. Здания из легких металлических конструкций (ЛМК) – современное состояние и перспективы развития / В. А. Фисун, А. А. Константинова // Наука и техника транспорта. – 2011. – № 3. – С. 107–112.

4. Константинова, А. А. Факторы, влияющие на эксплуатационные затраты зданий из ЛМК / А. А. Константинова // Наука и образование XXI веке. – 2013. – С. 86–87.
5. Линдау, Е. А. Быстровозводимые здания на основе ЛМК *Lindab* / Е. А. Линдау // Строительные материалы. – 2004. – № 10. – С. 73.
6. Мамедов, Р. Ф. Управление напряженно-деформированным состоянием в легких металлоконструкциях из перекрестных СИСТЕМ / Р. Ф. Мамедов // Научный вестник магистратура. – 2016. – № 1. – С. 26–31.

# **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**

## ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

Брюханова Карина Михайловна

E-mail: [rina.bryu@gmail.com](mailto:rina.bryu@gmail.com)

Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.

E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ

г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Авторы рассматривают проблему формирования экологического поведения в современном обществе. Изучив принципы экологического образования, авторы выделяют необходимость просвещения в вопросах экологии и воспитания экологических принципов. Причиной современных экологических проблем является прагматичное отношение человека к природе. Отмечается необходимость ответственного отношения к природе, которое должно формироваться с детства и на протяжении всего образовательного процесса. Авторы считают необходимым развитие экологического образования, которое и приведет к формированию экологического поведения у граждан.

**Ключевые слова.** Экологическое поведение, экологическое мышление, экологическое образование.

Рост глобальных проблем, социальная неопределенность, усиление психологической и социальной напряженности приводят к необходимости решения проблемы адаптации человека к темпам социальных и культурных изменений. Недостаточное количество практических решений вопроса охраны окружающей среды в настоящее время становится препятствием на пути экономического и социального развития. Рост темпа жизни приводит к необходимости нового осознанного отношения человека к миру природы, к себе, к формированию нового экологического мышления и поведения [1].

Термином «поведение» определяют систему взаимосвязанных действий, осуществляемых сложным объектом; данная система реализует конкретную функцию и подчиняется определенной логике, присущей данному объекту и требующей определенного взаимодействия с окружающей средой. В отношении экологического поведения речь идет о взаимодействии человека и природы. Изначальная гармония между человеком и природой в древности со временем переросла в отношение отчуждения и потребительства со стороны человека. Объективация природы стала одной из главных причин возникновения и развития экологических проблем, решение которых и становится основной задачей многих современных исследований.

Экологическое поведение основывается на формировании у человека определенной роли в окружающем мире, ответственности за использование природных ресурсов и цели решения существующих проблем, связанных со снижением отрицательных последствий человеческого поведения. Понятие экологического поведения включает в себя систему биологических знаний, вопросы экологической этики, формирование нравственных ценностей и особого экологического мышления.

Главным фактором формирования экологического поведения становится экологическое образование [2]. Основная стратегия экологического образования предполагает ориентацию процесса в направлении устойчивого развития, связана с повышением информированности общественности и поощрением профессиональной подготовки. Разнообразие моделей данного явления изучается множеством авторов (А. В. Гагарин, С. Н. Глазачев, С. Д. Дерябо и др.), позиции разработок которых требуют всестороннего изучения и обоснования методических средств их реализации.

С точки зрения устойчивого развития человека модель экологического образования включает следующие принципы:

- структуризация содержания экологических знаний;
- углубленное изучение экологии и экологических принципов;
- экологизация изучаемых дисциплин;
- обновление содержания образовательных программ и траекторий;
- внедрение экологических практик во внеучебную часть образовательного процесса;
- привлечение учащихся к выявлению и решению настоящих экологических проблем конкретных территорий.

Перечисленные принципы включают необходимые условия реализации образования, направленного на формирование экологического поведения. Эти идеи дополняют традиционную модель формирования экологического поведения и выполняют гносеологическую функцию. В современном мире экологическое поведение в повседневной практике становится ключевым моментом на пути устойчивого развития общества. Внутренние факторы связаны с индивидуальными характеристиками личности и включают экологические знания и ценности. Внешние факторы включают экологическую политику государства и образование.

Отметим существование определенных препятствий в формировании экологического поведения. В качестве внутренних барьеров на пути к экологическому поведению выступают неэкологические мотивы. Чувство ответственности способно определить меру нравственного отношения человека к окружающему миру в целом. Отсутствие чувства ответственности по отношению к природе часто является причиной пассивной природоохранной позиции, которая характерна для многих людей [3]. Единственным способом преодоления подобного потребительского отношения к природе является воспитание экологической культуры, формирование экологического мышления, что возможно только в рамках сформированной системы экологического образования и постоянного просвещения людей о проблемах экологии и путях их решения [4].

Развитие новой культуры поведения человека в современном мире в условиях роста экологического кризиса становится необходимой задачей. Формирование экологического поведения является достаточно сложным процессом, связанным с реформированием сложившихся в обществе стереотипов. Данный процесс предполагает становление определенной мотивации по отношению к окружающей среде для человека на основе экологических знаний, непосредственно примененных на практике. Решение задачи по вопросам экологического поведения на сегодняшний день является актуальным во всем мире.

Осознавая невозможность игнорирования экологических проблем, современное общество приходит к необходимости развития экологического поведения через просвещение граждан. Необходимо с раннего детства воспитывать в человеке гармоничное и непотребительское отношение к природе, проводить идею экологизации через все образование, постоянно информируя людей о возможных и настоящих экологических проблемах.

#### Библиографический список

1. Putilova, E. Environmental education and its principles / E. Putilova, Yu. Tsiplakova, Yu. Diachkova, E. Knysh // E3S Web of Conferences : XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023), Divnomorskoe village, Russia, 04–10 сентября 2023 г. – Vol. 431. – Divnomorskoe village, Russia: EDP Sciences, 2023. – P. 09003. – DOI 10.1051/e3sconf/202343109003. – EDN MEJCVU.
2. Baylon-Chavagari, R. G. Environmental education in educational institutions: A theoretical review / R. G. Baylon-Chavagari, F. P. J. Felix, J. M. Vergaray, E. Flores // Drugs Cell Ther. Hematol. – 2021. – 10. – P. 1–21.



3. Shutaleva, A. Environmental Behavior of Youth and Sustainable Development / A. Shutaleva, N. Martyushev, Z. Nikonova, [et al.] // Sustainability. – 2022. – 14(1):250. <https://doi.org/10.3390/su14010250>

4. Медведева, Е. И. Отношение учащейся молодежи к осознанному экологическому поведению / Е. И. Медведева, С. В. Крошилин // Экология и общество: баланс интересов : Сборник материалов Международной научно-практической конференции в рамках III Международного форума «Экология: город, экономика, люди», Вологда, 24–27 апреля 2023 года / отв. Редактор А. А. Шабунова. – Вологда : Вологодский научный центр Российской академии наук, 2023. – С. 114–123.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Бушуев Антон Олегович  
Кузнецов Дмитрий Евгеньевич  
E-mail: [anton.bushuev.05@mail.ru](mailto:anton.bushuev.05@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Статья оценивает экономическую эффективность создания и использования солнечных батарей. По причине ограниченности запасов ископаемого топлива возобновляемые источники энергии становятся все более актуальными. Мировой рынок солнечной энергетики значительно вырос, и использование солнечных батарей имеет ряд преимуществ, включая низкие эксплуатационные расходы и независимость от ископаемых видов топлива. Осуществление прогноза на снижение цены на солнечную энергию приведет к ее конкурентоспособности с традиционными источниками энергии. В статье рассматривается развитие солнечной энергетики в России, анализируются основные проблемы и плюсы использования солнечных батарей. Авторы показывают, что использование солнечных батарей позволит решить ряд экологических проблем и обеспечит экономическую эффективность при определенных условиях.

**Ключевые слова.** Солнечная энергия, солнечные батареи, солнечная генерация, возобновляемые источники энергии, энергетический потенциал.

Проблемы, которые в современном мире возникают с ископаемым топливом, демонстрируют необходимость поиска новых, предпочтительно возобновляемых источников энергии, которые позволят снизить затраты и решить некоторые экологические проблемы [1]. Этим объясняется рост актуальности метода фотоэлектрического преобразования солнечного света в электрическую энергию с помощью полупроводниковых солнечных батарей. Развитие технологий и увеличение доступности возобновляемых источников энергии приводит к тому, что в последние годы мировой рынок солнечной энергетики демонстрирует постоянный рост [2, 3]. По данным аналитиков *Solar Power Europe* и *PV Market Alliance*, к 2021 г. в мире были построены солнечные электростанции (СЭС) суммарной мощностью 104,6 ГВт, что на 5 % больше показателя 2017 г. В настоящее время самой крупной в мире солнечной электростанцией является строящаяся в Арабских Эмиратах станция мощностью 5000 МВт со сроком ввода в эксплуатацию в 2030 г.

Повышенный интерес к солнечным электростанциям объясняется преимуществами использования солнечных батарей, в числе которых низкие эксплуатационные расходы, надежность источника питания, а также независимость от ископаемых видов топлива. В некоторых странах солнечная энергия сегодня стоит дешевле, чем энергия, полученная из других, в т. ч. традиционных источников. Согласно прогнозам аналитиков и специалистов в области солнечной генерации, к 2025 г. 1 МВт·ч будет стоить 40–60 \$, а к 2050 г. цена снизится еще на треть. Подобная динамика цен приведет к тому, что солнечная энергия будет дешевле, чем энергия теплоэлектростанций (ТЭС), гидроэлектростанций (ГЭС) и атомных электростанций (АЭС), цена которой сегодня колеблется от 50 до 100 \$ за 1 МВт·ч. Ожидаемый уровень цен на солнечную энергию приведет к тому, что приобретение даже для домашнего хозяйства солнечных батарей окупится за 1–2 г., а использование систем накопления литий-ионных аккумуляторов окажется еще более выгодным. В мире накоплен значительный опыт преобразования энергии солнца в тепло и электричество без увеличения площадей для солнечных панелей [4]. В настоящее время лидерами по объему использования солнечной энергии являются Китай, Германия, Италия, США и Япония.

Энергетический потенциал солнечной энергии в РФ составляет 12 млн т условного топлива. При этом уровень солнечной радиации в разных точках страны существенно варьирует: в пределах от 800 кВт-ч на 1 км<sup>2</sup> на севере и до 1350 кВт-ч на 1 км<sup>2</sup> в южных районах. Наибольшим потенциалом солнечной генерации обладают южные регионы России (Северный Кавказ, Черноморский, Каспийский, Дальневосточный регионы, Республика Крым). Перспективными являются Ростовская область и Краснодарский край, а также Калмыкия. Россия использует ископаемое топливо и для внутренних потребностей, и в качестве экспортных доходов. Технологии использования возобновляемых источников энергии достаточно новы для России, где природный газ, нефть и уголь составляют значительную часть от общего объема первичной энергии. Развитие генерации, основанной на использовании возобновляемых источников энергии в России, требует дальнейшего развития и поможет в решении некоторых экологических проблем. Развитие солнечной энергетики в России связано с необходимостью решения ряда проблем:

- высокая цена используемых технологий производства электроэнергии;
- рост экологических норм (ограничений, штрафов);
- трудности (из-за нехватки мощностей, неэффективной организации технологической работы, недостаточного финансирования) со сроками выполнения заявок на технологическое подсоединение к центральной системе электроснабжения.

Значительная ресурсная база возобновляемых источников энергии в России признана Международным агентством по возобновляемым источникам энергии (*IRENA*), Международным энергетическим агентством (*IEA*) и Международной финансовой корпорацией (*IFC*). Небольшой, но постоянно растущий сектор возобновляемой энергетики в России нуждается в программах государственной поддержки и планирования, основанных на фактических данных. Это позволит внедрять новые технологии и решать некоторые экологические проблемы, что продемонстрирует эффективность использования солнечной энергии [5, 6]. Использование солнечной энергии позволит:

- увеличить запас топлива;
- снизить экологический вред;
- повысить безопасность и надежность системы;
- снизить время энергетической окупаемости.

Для дальнейшего развития солнечной энергетики в России необходимо повышать экономическую эффективность и снижать срок окупаемости модулей [7]. Развитие солнечной генерации связано с обеспечением энергетической безопасности страны, ее развитием и решением ряда экологических проблем. Россия обладает значительным потенциалом солнечной энергии, реализация которого обеспечит экономическую эффективность, улучшит экологическую ситуацию.

#### Библиографический список

1. Старцева, С. С. Основные принципы архитектуры био-тека / С. С. Старцева, Е. А. Путилова // Молодежь и наука. Материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. – Нижний Тагил : НТИ (филиал УрФУ), 2022. – С. 257–259.
2. Putilova, E. A. Engineering thinking and its role in modern industry / E. A. Putilova, A.V. Shutaleva // AIP Conference Proceedings : 16, Nizhny Tagil, 17–19 июня 2021 года. – Nizhny Tagil, 2022. – P. 030033. – DOI 10.1063/5.0074665.
3. Калинин, В. А. Использование VR и AR технологий в сфере архитектуры, дизайна и строительства / В. А. Калинин, Е. А. Путилова // Молодежь и наука. Материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. – Нижний Тагил : НТИ (филиал УрФУ), 2023. – С. 208–210.

4. Линник, Ю. Н. Состояние и перспективы развития солнечной энергетики / Ю. Н. Линник, А. Б. Жабин, В. Ю. Линник // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 6–17.
5. Сабирьянова, А. Б. Технические возможности ветряных и солнечных фотоэлектрических систем / А. Б. Сабирьянова, Р. Ф. Ярыш // Вестник науки. – 2024. – № 2 (71). – С. 555–559.
6. Прошин, А. Д. Солнечная энергетика в России / А. Д. Прошин // Мировая наука. – 2019. – № 12 (33). – С. 369–371.
7. Putilova E. A. Corporate culture as one of the key factors of effective industrial enterprise development / E. A. Putilova, A. V. Shutaleva // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 15, Nizhny Tagil, 18–19 июня 2020 г. – Nizhny Tagil, 2020. – P. 012132. – DOI 10.1088/1757-899X/966/1/012132.

## МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ САЙТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЫГОДЫ

Демаков Дмитрий Максимович  
Маслова Ксения Сергеевна  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы экономической выгоды и оптимальности создания сайта. Авторы анализируют факторы, оказывающие влияние на эффективность разработки сайта. Основное внимание уделено выбору оптимальной платформы для создания сайта, учитывая его функциональные требования и бюджет. Важным аспектом авторы считают оптимизацию контента сайта для улучшения производительности и повышения показателей оптимизации поисковых систем (SEO). Авторы подчеркивают важность учета пользовательских потребностей при создании дизайна и функционала сайта для достижения лучших результатов. Исследуя методы создания сайта, авторы приходят к выводу о необходимости подхода, обеспечивающего оптимальность и экономическую эффективность. В статье в ходе исследования были даны практические рекомендации для разработчиков и владельцев сайтов, для создания успешного проекта, соответствующего нормам и требованиям.

**Ключевые слова.** Оптимальные методы создания сайта, SEO, CMS, конструкторы сайтов.

В современном мире создание сайта является необходимостью при развитии бизнеса в любой сфере. Создаваемый сайт выполняет ряд существенных функций: представительство бизнеса в интернете, формирование образа бренда, взаимодействие с пользователями и клиентами, автоматизация процессов, снижение затрат. В печатном и электронном виде существует множество информации о создании сайтов, однако трудно найти анализ этой информации и определить методы, которые будут наиболее оптимальны и экономически выгодны. Рассмотрим 3 основных метода создания сайта: CMS (системы управления контентом), конструктор сайта, создание сайта вручную. CMS – это специальная программа, которая позволяет управлять содержимым сайта без необходимости знания программирования. Главная задача CMS – это предоставление возможности пользователям самостоятельно заполнить веб-сайт информацией, без привлечения технических специалистов. По данным компании «iTrack», самой популярной CMS на 2024 г. является *WordPress* [1]. Основные *преимущества* использования CMS:

- 1) простота установки и настройки;
- 2) наличие большего количества готовых шаблонов и плагинов (у пользователя или разработчика нет необходимости самостоятельно разрабатывать функционал);
- 3) удобство обновления содержимого на сайте.

Однако системы управления контентом имеют ряд недостатков, связанных с производительностью и безопасностью, что для некоторых пользователей является главной причиной отказа от использования такого метода создания сайта. Кроме того, CMS тяжело поддаются оптимизации под определенные требования. С финансовой точки зрения системы управления контентом достаточно выгодны, т. к. для создания сайта для среднего или малого бизнеса вполне могут подойти бесплатные CMS. Отличие бесплатной версии CMS от платной заключается лишь в функциональности: бесплатные версии предоставляют базовые функции, которые ориентированы на основные потребности пользователей (управле-

ние контентом, добавление страниц, загрузка медиа файлов, использование основных плагинов), платные версии включают в себя более расширенный функционал (расширенный поиск, аналитика, интеграция большего количества языков и другие функции). CMS – метод создания сайтов, который отличается своей доступностью и для разработчиков, и для обычных пользователей. Целевой аудиторией данного метода являются представители малого и среднего бизнеса [2].

Конструктор сайта – популярный и удобный метод создания сайта, использование которого позволяет пользователю достаточно быстро и просто создать качественный и функциональный сайт, даже не имея специализированных знаний в области веб-разработки. Одно из основных преимуществ использования конструкторов сайтов – экономия времени и финансов: отказавшись от найма специалиста, пользователь может самостоятельно создать сайт, используя готовые шаблоны и инструменты, предоставляемые конструктором. Удобство дальнейшей оптимизации и продвижения сайта является плюсом конструктора, предоставляющего возможность оптимизировать изображения, контент, а также осуществить интеграцию инструментов для отслеживания поведения пользователей на сайте. Однако, конструкторы сайтов имеют и некоторые *недостатки*:

- 1) ограниченный дизайн (шаблоны и инструменты, которые предоставляет конструктор, могут быть ограничены вариативностью);
- 2) ограниченный контроль над кодом (конструкторы сайтов могут скрывать доступ к исходному коду). Данное ограничение не дает возможность пользователям осуществить технические правки, а также интегрировать специфический функционал;
- 3) зависимость от поставщика (при изменении условий пользования или прекращении работы конструктора, владелец может потерять сайт, что приведет к убыткам и потере времени).

Таким образом, конструктор сайтов – экономически выгодный метод, являющийся удобным с точки зрения дальнейшей оптимизации и продвижения сайта, однако опасный в долгосрочной перспективе.

Создание сайта вручную – это метод создания сайта с использованием современных web-технологий, таких как: *HTML, CSS, JavaScript*. Данный метод создания сайта отличается своей гибкостью и индивидуальностью, позволяет полностью контролировать каждый этап создания сайта. Из всех рассматриваемых данный метод требует большей затраты времени и не может гарантировать экономическую выгоду, т. к. требует привлечения специалистов и проведения тестирования [3]. Несмотря на сложность реализации, данный метод имеет следующие *преимущества*:

- 1) уникальный дизайн (возможность реализовать собственный дизайн, не ограничиваясь выбором шаблонов);
- 2) гибкость (возможности внесения технических правок, изменение функционала, благодаря доступу к исходному коду сайта);
- 3) профессиональный результат (возможность учета всех особенностей и требований бизнеса путем реализации широкого спектра возможностей).

В ходе исследования было выявлено, что метод создания сайта вручную является самым оптимальным с технической точки зрения благодаря полному контролю каждого этапа создания сайта, а с экономической точки зрения – самым затратным. Помимо методов для экономической эффективности сайта необходимо учитывать:

- дизайн и доступный интерфейс;
- оптимизацию поисковых систем (SEO).

По словам С. Джобса дизайн – это «не то, как предмет выглядит, а то, как он работает». Этим он подчеркивал, что дизайн сайта создается не столько для эстетического восприятия, сколько для того, чтобы сайт был функциональным, удобным для пользователей. Доступность сайта обеспечивает легкость навигации, быстрый доступ к информации, позволяя людям с различными способностями пользоваться сайтом путем внедрения функций

(например, увеличение шрифта, распознавание голоса, озвучивание текста). Правильно созданный дизайн способствует привлечению посетителей и их удержанию, увеличению числа пользователей, совершающих целевые действия на сайте, создает впечатление о серьезности и надежности бренда [4]. Оптимизация поисковых систем (SEO) – комплекс мероприятий, направленных на поднятие позиций сайта в результатах выдачи. Хорошие показатели SEO способствуют привлечению целевой аудитории, повышению видимости и узнаваемости, занятию лидирующих позиций на рынке, снижению затрат на рекламу. Создание сайта с точки зрения оптимальности и экономической выгоды – это действительно актуальная тема как для разработчиков, так и для владельца сайта. Чтобы определиться с методом создания сайта, необходимо учесть потребности бизнеса, требования пользователей и особенности конкурентной среды, также нужно обеспечить профессиональный подход к данному процессу и внимательно изучить все аспекты разработки web-сайта.

#### Библиографический список

1. Itrack.ru. (Рейтинг CMS 2024). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://itrack.ru/rating-cms/> , свободный (Дата обращения 13.04.2024).
2. Гениатулина, Е. В. CMS – системы управления контентом : учебное пособие / Е. В. Гениатулина; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. – 63 с: [Электронный ресурс]. – Режим доступа : по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438332> (дата обращения: 13.04.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2696-8. – Текст: электронный.
3. Дакетт, Д. HTML и CSS: разработка и создание веб-сайтов: все, что нужно знать для создания первоклассных сайтов / Д. Дакетт. – Москва : Эксмо, 2021. – 474 с.
4. Калинин, В. А. Использование VR и AR технологий в сфере архитектуры, дизайна и строительства / В. А. Калинин, Е. А. Путилова. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/126849/1/978-5-9544-014-8\\_2023\\_083.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/126849/1/978-5-9544-014-8_2023_083.pdf), свободный (Дата обращения 24.04.2024).

# НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (ОПК) УРАЛА В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ (СВО)

Докучаев Сергей Владимирович, канд. ист. наук, доц.

E-mail: [s.v.dokuchaev@urfu.ru](mailto:s.v.dokuchaev@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ

г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Цель работы – проанализировать деятельность государственных и региональных властных структур, администрации предприятий по решению кадровых проблем в сфере оборонно-промышленного комплекса (ОПК) Урала, выявить основные направления этой работы, оценить степень их эффективности. В исследовании выделяются два основных этапа в деятельности по преодолению кадрового голода в сфере ОПК, исследуется их содержание, проблемы, успехи, недостатки. В статье сформулированы выводы, практические рекомендации и прогнозы органам государственной власти по эффективности уже принятых и намеченных к реализации мер. Отмечается, что меры, предпринятые по решению кадровых проблем на первом этапе СВО, носили «пожарный» характер и рассчитаны были на небольшой временной промежуток. На втором этапе на смену им пришла более эффективная долговременная системная работа по преодолению кадрового кризиса, которая стала объектом исследования.

**Ключевые слова.** Оборонно-промышленный комплекс (ОПК), специальная военная операция (СВО), трудовые ресурсы, кадры ОПК, государственный оборонный заказ (гособоронзаказ), роботизация.

## Введение

Резкое увеличение гособоронзаказа с началом СВО привело к обострению кадровой проблемы на предприятиях ОПК Урала и потребовало срочных усилий для ее решения. На первом этапе (2022 г.) преобладали временные меры «пожарного» характера, предполагающие решение проблемы в короткий срок. Большинство из них были из практики советского прошлого и военного времени. В сочетании с финансовой подпиткой предприятий ОПК они дали частичный эффект. В 2023 г. были определены основные болевые точки в решении проблемы кадрового голода и был разработан комплекс мероприятий системного характера.

## Литературный обзор

Проблемы кадрового обеспечения предприятий ОПК в последние годы исследовались в ряде публикаций [1]. В них отражены болевые точки ОПК Урала и России до СВО. Низкая заработная плата, старение и нехватка кадров, отсутствие преемственности, тяжелое финансовое положение предприятий. Абсолютное большинство этих публикаций относится к периоду до начала СВО и не анализируют современные проблемы в сфере ОПК, или о них умалчивает. Авторы этих статей дали рекомендации по улучшению положения в сфере ОПК, но они предназначены для работы в обычных условиях: сильно растянуты по времени и малоприменимы для реализации в современной чрезвычайной ситуации. Проблема систематизации и эффективности мер по решению кадровых вопросов в условиях СВО в ОПК Урала сегодня еще не изучена, что оставляет для исследователя большие возможности.

## Методы

В ходе подготовки научной статьи использовался метод контент-анализа нормативных правовых актов, регламентирующих функционирование оборонного комплекса, материалов электронных ресурсов (сайтов) по поиску работы и сайтов оборонных предприятий.



Изучались постановления Правительства РФ, материалы, опубликованные в СМИ, посвященные вопросам ресурсного обеспечения предприятий ОПК, проблемам в сфере обеспечения кадров, их обучения и переподготовки, выявлялись пути решения кадровых проблем.

### **Основные результаты**

Анализ работы предприятий ОПК, государственных и региональных властных структур по решению проблемы кадрового обеспечения за два года СВО позволяет выделить два этапа и выявить их содержание.

Для первого этапа (февраль–декабрь 2022 г.) было характерно:

А. Привлечение на работу лиц, ранее ушедших на пенсию (этот процесс тормозится из-за нерешенности вопроса об индексации пенсий работающих пенсионеров).

Б. Увеличение сверхурочной работы (имеет свои физические пределы). Как результат, в 1 квартале 2023 года средняя рабочая неделя в РФ выросла до рекордного значения – 38 ч 30 мин. Аналитики объяснили этот феномен загрузкой промышленности, в т. ч. в сфере ОПК [2].

В. Использование труда заключенных (данный ресурс невелик, т. к. квалифицированных рабочих среди них относительно немного).

Г. Увеличение заработной платы по востребованным вакансиям.

Вышеперечисленные меры смогли частично решить кадровую проблему в т. ч. за счет перемещения части трудовых ресурсов из гражданского сектора в ОПК. В условиях современной рыночной хозяйственной системы это было реализовано с помощью мер экономического характера и некоторых других: в течение 2022 г. шел постоянный рост заработной платы в сфере ОПК Урала, который дополнился предоставлением брони от мобилизации ее работникам.

Однако полностью проблему нехватки кадров решить не удалось. Меры, принятые на первом, начальном этапе СВО по решению данной проблемы, дали частичный эффект. К 2024 г. потребность кадров в ОПК Урала снизилась на 35 % [3], однако в целом в народном хозяйстве Свердловской области кадровые проблемы обострились, т. к. на ситуацию в гражданском секторе повлияла также мобилизация. В результате в декабре 2023 г. было открыто 48,6 тыс. вакансий, что на 39 % больше, чем год назад [4].

Все это заставило предприятия, центральные и региональные власти переходить к новому этапу деятельности. В 2023 г. совместными усилиями был сформирован комплекс мероприятий, предполагающий длительную системную работу по решению кадровых проблем в сфере ОПК Урала. Он включает в себя:

1. *Выделение Правительством РФ целевых средств в размере 700 млн руб. из Федерального бюджета на обучение работников оборонно-промышленного комплекса.* Связано это с тем, что «в России не совпадают навыки, которые требуются работодателями, и компетенции, которые есть у соискателей работы» [5]. Данная мера была оформлена Постановлением Правительства РФ № 385, которое предполагает возмещение затрат предприятиям ОПК на обучение, переобучение и повышение квалификации их работников через систему службы занятости. На реализацию новой программы Свердловская область выделила 13 млн руб. Сумма на обучение одного работника по средней расчетной стоимости составляет 56 тыс. руб. [6].

2. *Выделение средств предприятиям ОПК Урала на переезд новых работников.* Предприятия оборонно-промышленного комплекса с 2023 г. смогут получить компенсации затрат на выплату заработной платы сотрудникам, которые переезжают к ним для работы из других регионов страны. Размер финансовой поддержки в расчете на одного работника составит 262188 руб. Сумма будет разделена на четыре квартальные выплаты по 65547 руб. На эти цели в Фонде социального страхования предусмотрено порядка 1 млрд руб. [7].

3. *Работа по популяризации рабочих профессий среди молодежи.* Эта категория населения является серьезным резервом, т. к. трудоустроенных здесь всего 21 % [8]. Законодательное собрание Свердловской области посвятило специальное заседание проблеме

кадрового голода на промышленных предприятиях региона и вопросу популяризации рабочих профессий. Парламентарии предложили усилить профориентацию школьников, увеличить в учебных заведениях число профильных классов технической направленности, а также создать условия для получения профессионального образования по рабочим специальностям лицами, не сдавшими ОГЭ [9].

4. *Роботизация производства как средство решения кадрового дефицита в промышленности в целом и на предприятиях ОПК в частности.* Это общемировая тенденция, которая позволяет ряду стран решать кадровые проблемы на производстве. Дефицит кадров в народном хозяйстве РФ в конце 2023 г. составил 4,8 млн чел. При этом специалисты ВНИИ труда оценивают численность лиц, которых можно потенциально привлечь к работе в народном хозяйстве в 4,4 млн чел., что уже свидетельствует о невозможности полностью закрыть потребности в трудовых ресурсах [10].

В 2023 г. Правительство РФ приняло решение о выделении 300 млрд руб. на развитие промышленных роботов, т. к. в этом плане мы серьезно отстаем от ведущих стран мира. В 2021 г. в Южной Корее на каждые 10 тыс. сотрудников приходилось в общей сложности 2867 промышленных роботов. Германия на втором месте с 1500 единицами, третье и четвертое – за США и Японией (1457 и 1422 единиц на 10 тыс. сотрудников). У нас примерно 6 промышленных роботов на 10 тыс. работников [11].

Однако данное направление является наиболее проблемным (зависимость от западных технологий, использование которых ограничено санкциями).

5. Льготная программа строительства арендного жилья для работников ОПК. Запуск такой программы будет стимулировать приток специалистов ОПК в отдаленные города. При ее реализации может быть выбран единый оператор или предусмотрены трансферты и субсидии из госбюджета напрямую предприятиям в соответствии с заявками. Программа в первую очередь коснется регионов, традиционно специализирующихся на ОПК (Челябинской, Свердловской областей) [12].

#### **Выводы**

Меры, намеченные по решению кадровых проблем в сфере ОПК, представляют собой долговременную программу. Большинство ее мероприятий дадут положительный эффект в процессе их реализации в течение 2–3 лет. Вместе с тем труднореализуемым в ближайшие годы представляется пункт о роботизации производства ввиду больших внешних и внутренних препятствий на этом пути. Серьезные сомнения в успехе вызывает работа по популяризации рабочих профессий среди молодежи, т. к. ее менталитет предполагает получение удовольствия от работы, при минимуме рутины и максимуме творчества, а эти требования пока мало применимы к рабочим профессиям.

#### **Библиографический список**

1. Каштанова, Е. В. Современные тенденции кадрового обеспечения предприятий оборонно-промышленного комплекса России: проблемы системы подготовки кадров и пути решения / Е. В. Каштанова, Т. В. Сувалова // E-Management. – 2021. – Т. 4. – № 4. – С. 86–96. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tendentsii-kadrovogo-obespecheniya-predpriyatiy-oboronno-promyshlennogo-kompleksa-rossii-problemy-sistemy-podgotovki/viewer>, свободный. – Дата обращения 01.03.2023.

2. Овцын, А. А. Военно-промышленный комплекс Свердловской области: состояние, проблемы и перспективы развития / А. А. Овцын // Международный научный журнал «Вестник науки». – № 6(63), Июнь. – 2023. – Т. 2. – С. 1164–1170. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/voenno-promyshlennyy-kompleks-verdlovskoy-oblasti-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya/viewer> свободный. – Дата обращения 25.02. 2024.

3. Как справляется с вызовами времени оборонная отрасль Урала – Урал бизнес журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ural.business-magazine.online/fn\\_1368595.html](https://ural.business-magazine.online/fn_1368595.html) свободный. – Дата обращения 25.02. 2024.
4. На Среднем Урале снизилась потребность кадров в ОПК на 35 % | 22.03.2023 | Екатеринбург / БезФормата [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ekaterinburg.bezformata.com/listnews/urale-snizilas-potrebnost-kadrov/115479269/> свободный. – Дата обращения 26.02. 2024.
5. За год дефицит кадров в Свердловской области увеличился на 39 % / Коммерсантъ Екатеринбург [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kommersant.ru/doc/6442708> свободный. – Дата обращения 26.02. 2024.
6. Кадры и потенциал: недоиспользованную рабочую силу в РФ оценили в 4,4 млн человек | Статьи | Известия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://iz.ru/1632476/milana-gadzhieva/kadry-i-potencial-nedoispolzovannuiu-rabochuiu-silu-v-rf-otcenili-v-44-mln-chelovek> свободный. – Дата обращения 26.02. 2024.
7. На Урале первое предприятие ОПК подало заявку на обучение работников / Российская газета [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rg.ru/2023/03/22/reg-urfo/tankogradam-nuzhny-specialisty.html> свободный. – Дата обращения 26.02. 2024.
8. Предприятиям ОПК Урала компенсируют затраты при переезде новых работников / ОБЩЕСТВО. АйФ Урал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ural.aif.ru/society/predpriyatiyam-opk-urala-kompensiruyut-zatraty-pri-pereezde-novyh-rabotnikov> свободный. – Дата обращения 27.02. 2024.
9. Кадры и потенциал: недоиспользованную рабочую силу в РФ оценили в 4,4 млн человек / Статьи. Известия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://iz.ru/1632476/milana-gadzhieva/kadry-i-potencial-nedoispolzovannuiu-rabochuiu-silu-v-rf-otcenili-v-44-mln-chelovek> свободный. – Дата обращения 27.02. 2024.
10. Не сдал экзамен – к станку: учеников решили прямо из школы отправлять на заводы / Новые Известия – новости России и мира сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://newizv.ru/news/2023-11-29/ne-sdal-ekzamen-k-stanku-uchenikov-reshili-pryamo-iz-shkoly-otpravlyat-na-zavody-424329> свободный. – Дата обращения 27.02. 2024.
11. Кадры и потенциал: недоиспользованную рабочую силу в РФ оценили в 4,4 млн человек / Статьи. Известия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://iz.ru/1632476/milana-gadzhieva/kadry-i-potencial-nedoispolzovannuiu-rabochuiu-silu-v-rf-otcenili-v-44-mln-chelovek> свободный. – Дата обращения 27.02. 2024.
12. Дефицит кадров в промышленности хотят решить за счет роботов, но они тоже в дефиците: Аналитика Накануне.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.nakanune.ru/articles/121627/> свободный. – Дата обращения 27.02. 2024.
13. Стало известно, каких уральских регионов коснется программа строительства арендного жилья для работников ОПК / УралПолит.Ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://uralpolit.ru/news/urfo/27-02-2023/270253> свободный. – Дата обращения 27.02. 2024.

# К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ КАК ОСНОВНОГО ФАКТОРА РОСТА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ СТРАНЫ

Захарова Дарья Максимовна, студент  
Долженкова Елена Владимировна, канд. экон. наук, доц.  
E-mail: [lenag1981@mail.ru](mailto:lenag1981@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В настоящее время ипотечное кредитование играет важную роль, т. к. оно является одной из наиболее эффективных операций коммерческих банков, а также считается важным условием для повышения качества жизни граждан.

Ипотечное кредитование представляет собой перспективное направление деятельности коммерческих банков, т. к. ипотечные кредиты отличаются высоким уровнем надежности и выдаются под залог. Эти факторы считаются особенно значимыми в условиях нестабильной экономической ситуации и высокого уровня неопределенности.

Благодаря надежности ипотечных кредитов у банковского сектора открываются новые возможности для финансирования. Таким образом, развитие рынка ипотечного кредитования и повышение его функционирования будет способствовать развитию банковской системы и повышению благосостояния населения России.

**Ключевые слова.** Коммерческие банки, ипотечное кредитование, ипотечное жилищное кредитование, качество жизни населения.

Коммерческие банки России предоставляют населению различные виды кредитов, из них большую долю около 50 % составляют ипотечные кредиты [2]. Это значение показывает, что ипотечное кредитование является востребованным направлением на рынке. Для банков данная операция помогает привлечь доход, обеспечить высокий уровень ликвидности и финансовой устойчивости. А для граждан это решение жилищной проблемы в условиях неспособности большей части населения приобретать жилье на собственные средства.

Далее проведем анализ и оценку современного состояния ипотечного кредитования в России. В первую очередь необходимо посмотреть, как изменяются и соотносятся объемы выдачи ипотечных кредитов и задолженности по ним (рис. 1) [3].

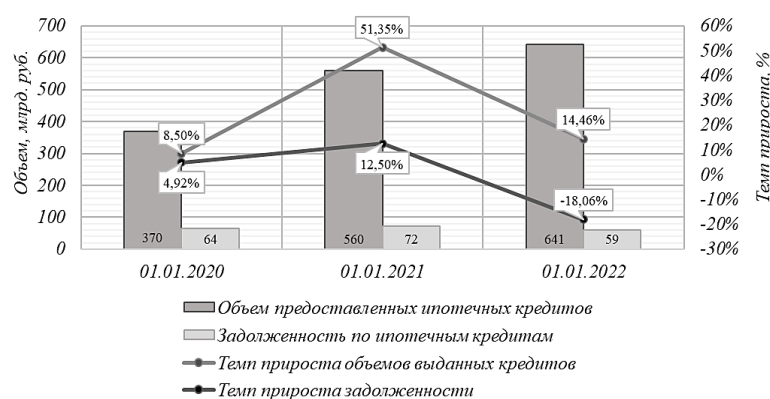


Рис. 1. График изменения соотношения объемов предоставленных ипотечных кредитов и задолженности по ним в коммерческих банках

На графике виден рост объема предоставленных ипотечных кредитов в течение трех лет. Это является положительным моментом как для коммерческих банков, так и для российского населения. При этом на 01.01.2021 зафиксирован наибольший темп прироста

этого показателя, равный 51,35 %. Причинами такого явления стали проведение Банком России мягкой денежно-кредитной политики, снижение ставки по ипотечным кредитам до исторического минимума (рис. 2) и оказание в большом объеме государственной поддержки. Также на 01.01.2022 заметно сокращение задолженности по ипотечным кредитам на 18,06 %, это незначительное изменение показывает, что населению крайне сложно расплачиваться с банками по данным кредитам. Основными причинами задолженности являются существенный рост цен на недвижимость и ухудшение экономического положения заемщика.

Теперь нужно подробнее рассмотреть динамику процентной ставки по ипотечным кредитам, т. к. она оказывает непосредственное влияние на спрос недвижимого имущества (рис. 2). Ставку по ипотечным кредитам следует анализировать, опираясь на ключевую ставку ЦБ РФ, поскольку они взаимосвязаны [1].



Рис. 2. График изменения среднего уровня процентной ставки по ипотечным кредитам в России

Рисунок 2 демонстрирует взаимосвязь процентной ставки по ипотечным кредитам и ключевой ставки ЦБ РФ. Он также подтверждает значительное снижение ставки по ипотечным кредитам до 7,36 % на 01.01.2021, которое связано с понижением уровня ключевой ставки Банка России до 4,25 % и смягчением денежно-кредитной политики.

При этом на 01.01.2022 ситуация кардинально меняется, взаимосвязь нарушается: ключевая ставка значительно выросла до 8,50 %, при этом ставка по ипотечным кредитам практически не изменилась (7,81 %). Это связано с нестабильностью экономической ситуации в стране. В краткосрочной перспективе рост ключевой ставки будет стимулировать рост объема ипотечного кредитования, так как население будет стремиться зафиксировать ставку по ипотеке до очередного повышения. А на долгосрочный период высокая ставка негативно повлияет на спрос недвижимости, поскольку ухудшаются условия ипотечного кредитования, что делает жилье не таким доступным для граждан.

Далее проанализируем изменения структурных элементов ипотечных кредитов, а именно суммы (размера), срока и размера платежей (табл. 1) [2].

Таблица 1

Динамика структурных элементов ипотечных кредитов

Наименование структурного элемента	01.01.2020	01.01.2021	01.01.2022
Средняя сумма (размер) ипотечного кредита, млн руб.	2,36	2,65	3,33
Средний срок ипотечного кредита, г.	17,9	18,8	21,4
Средний размер платежей по ипотеке, руб.	22214	23729	26737

Из табл. 1 видно, что на протяжении трех лет все структурные элементы ипотечных кредитов выросли: на 01.01.2022 средняя сумма равна 3,33 млн. руб., средний срок – 21,4 г., средний размер платежей – 26737 руб. в месяц. Данные показатели взаимосвязаны, потому что ипотечные кредиты на большую сумму обычно предпочитают выплачивать дольше в



целях снижения долговой нагрузки. Рост средней суммы кредита произошел из-за увеличения стоимости недвижимости (рис. 3), вызванной инфляционными процессами. Причиной увеличения среднего срока кредита и следствием снижения платежеспособности заемщиков является высокая закредитованность населения. Высокая кредитная нагрузка стимулирует заемщиков сокращать ежемесячные платежи путем увеличения срока, на который оформляется ипотечный кредит.

Теперь рассмотрим изменение соотношения среднедушевого дохода населения и норматива стоимости 1 м<sup>2</sup> общей площади жилого помещения (рис. 3) [2].

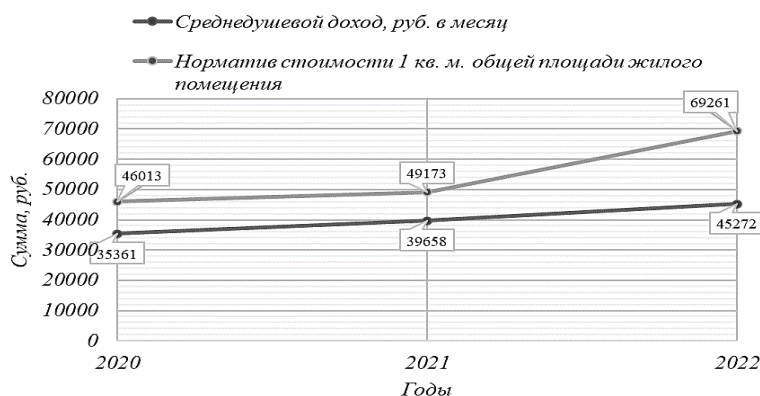


Рис. 3. График соотношения среднедушевого дохода населения и норматива стоимости 1 кв. м общей площади жилого помещения в России

Рисунок 3 показывает, что среднедушевой доход населения значительно ниже норматива стоимости 1 м<sup>2</sup> жилого помещения, а в 2022 г. наблюдается максимальный разрыв между этими показателями (средний душевой доход = 45272 руб. в месяц, норматив стоимости 1 м<sup>2</sup> жилого помещения = 69261 руб.). Стоимость квадратного метра жилья растет за счет инфляционных и внутренних причин быстрее, чем доходы населения, вызывая падение платежеспособности потенциальных заемщиков по ипотечным кредитам.

Благодаря анализу и оценке было выявлено несколько проблем в организации ипотечного кредитования: высокие процентные ставки, большая сумма первоначального взноса, увеличение срока ипотечных кредитов, рост цен на жилье в условиях стагнации реальных доходов населения, низкий уровень государственной поддержки ипотечного кредитования.

Для решения заявленных проблем можно предложить следующие рекомендации по совершенствованию ипотечного кредитования в России в современных условиях (табл. 2).

Таблица 2

Современные проблемы ипотечного кредитования в России и рекомендации по их решению

Проблемы	Рекомендации
Высокие процентные ставки по ипотечным кредитам	Коммерческим банкам следует привлекать «дешевые» деньги путем создания закрытых паевых фондов и выпуска облигаций, а после продавать их с доходом выше уровня инфляции Заемщики могут вносить большую сумму первоначального взноса, рефинансировать ипотечный кредит, гасить задолженность досрочно
Большая сумма первоначального взноса	Заемщики могут внести сумму срочного депозита, использовать материнский капитал или льготные программы
Увеличение срока ипотечных кредитов	Заемщики могут реструктуризировать ипотечный долг, досрочно полностью или частично погашать кредит
Рост цен на жилье в условиях стагнации	Снижение себестоимости строительства за счет привлечения большего количества покупателей квартир на ранних этапах

реальных доходов населения	строительства, которые внесут денежные средства на эскоу-счета
Низкий уровень государственной поддержки ипотечного кредитования	Расширение программ государственного субсидирования процентных ставок по ипотечным кредитам.

В заключение можно отметить, что в настоящее время ипотечное кредитование пользуется высоким спросом, является эффективной операцией коммерческих банков и считается важным условием для повышения качества жизни граждан, поэтому в дальнейшем необходимо его развивать. Предложенные рекомендации могут решить заявленные проблемы и сделать ипотечное кредитование более доступным для граждан РФ.

Однако кардинальные изменения в его организации невозможны, потому что современные условия в стране достаточно неопределены. Высокий уровень инфляции, повышенный уровень безработицы и медленный рост реальных доходов населения являются сдерживающими факторами для роста объемов выданных ипотечных кредитов. У большинства граждан нет возможности накопить даже на первоначальный взнос, учитывая их низкие доходы и уход иностранных компаний как работодателей, а стоимости заложенного жилья не хватит банку при его реализации на покрытие ипотеки. Такая ситуация вполне может привести к обвалу на рынке недвижимости и ипотеки.

#### Библиографический список

1. Банк России. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования : официальный сайт. – Москва, 1999–2021. – URL : <https://www.cbr.ru/statistics/nps/psrf/> (дата обращения 11.10.2023).
2. Ипотека. – Аналитическая и консалтинговая компания Frank Research Group : официальный сайт. – 2023. [Электронный ресурс]. – URL : [https://frankrg.com/data-hub/category/mortgage#post\\_29368](https://frankrg.com/data-hub/category/mortgage#post_29368)
3. Ипотечное кредитование в 2022–2023 годах: регуляторное охлаждение. – Рейтинговое агентство «Эксперт РА»: [Электронный ресурс]. – URL : [https://raexpert.ru/researches/banks/ipoteka\\_2023/](https://raexpert.ru/researches/banks/ipoteka_2023/)

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА BIM ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Кизилов Глеб Евгеньевич  
Генеральский Антон Евгеньевич  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил

**Аннотация.** Совершенствование и развитие строительной области приводит к появлению новых технологий и материалов. Значимым достижением в строительстве стали BIM-технологии, которые стали объектом изучения в данной статье. Авторы исследуют преимущества BIM-технологий в области проектирования по сравнению с традиционными методами. Авторы доказали экономическую выгоду использования BIM-технологий, позволяющих избежать высокого уровня издержек.

**Ключевые слова.** BIM-технологии (*Building Information Modeling*), строительство, технологии информационного моделирования, традиционное проектирование.

В современном строительстве развитие методов проектирования идет достаточно интенсивно. Использование современного программного обеспечения в проектировании повышает эффективность труда и снижает затраты на разработку конкретного проекта [1]. В отличие от традиционного проектирования, предполагающего работу с отдельными двухмерными проекциями (планы, чертежи, технические документы), технология BIM-проектирования позволяет собирать и обрабатывать данные по всем основным характеристикам объекта в едином информационном поле: появляется возможность одновременного анализа конструктивных, архитектурно-планировочных, технологических, экономических, эксплуатационных решений в их единстве и взаимосвязи. Информация визуализируется на трехмерной виртуальной модели с реальными физическими свойствами. Процесс активного перехода от традиционных методов проектирования к BIM-технологиям обусловлен развитием информационных технологий и началом использования в строительной сфере специализированного программного обеспечения для создания цифровой информационной модели объекта строительства.

Идея активного использования BIM-технологий в строительной отрасли поддерживается на государственном уровне: постановление № 331 от 5.03.2021 по поэтапному внедрению технологии, включающее создание нормативно-правовой базы, способствующей эффективной работе с BIM и формированию единой государственной отраслевой цифровой платформы, которая обеспечит преемственность информации об объектах капитального строительства. Это постановление зафиксировало необходимость использования BIM-технологий при строительном госзаказе с 2022 г. Для структурирования проектных данных и идентификации состава и структуры информационной модели на каждом из этапов жизненного цикла объекта осуществляется формирование национального словаря строительных терминов и BIM-ориентированного классификатора строительной информации.

Помимо объемной визуализации проектных данных, технология позволяет ввести переменные величины: стоимость, планы, сроки. Параметры процесса возведения здания можно рассчитать до начала работ и убедиться в экономической эффективности. Введение в использование трехмерных моделей в строительстве позволяет находить оптимальные решения для уменьшения срока реализации задания и увеличения сроков эксплуатации постройки. BIM-технологии внедряют использование множества средств автоматизированного управления, анализа, проверок; формирование единой проектной документации; мо-



дернизацию строительства и совершенствование визуального управления, анализа экономической эффективности (оптимизацию себестоимости) и т. д. Основным достижением BIM-моделей является их взаимозаменяемость: при изменении отдельных частей, компонентов информационной модели произойдет автоматическое обновление ее конфигурации, а также параметров в документах. Расширение границ применения технологии информационного моделирования связано с воплощением числовой информации в удобном для восприятия и анализа виде. Исходные данные в готовой модели координируются, согласуются и связываются между собой. Каждая цифра поддается анализу и расчету, имеет четкую отсылку к конкретному документу. Упрощается порядок внесения корректировок и обновлений. Но существует ряд проблем при внедрении BIM-технологий в производственный процесс [2]:

- высокая стоимость;
- необходимость приобретения и установки специального программного обеспечения;
- необходимость в регулярных обновлениях;
- необходимость в изменении подхода к проектированию и в кадровых перестановках;
- необходимость поиска специалистов в области информационного моделирования (BIM-менеджеров);
- отказ от старых методов.

Однако использование BIM-технологий способно существенно облегчить работу с объектом строительства, а также имеет ряд преимуществ перед традиционными формами проектирования [3]:

- создание информационной модели, которая позволяет формировать чертежи в автоматическом режиме;
- снижение расходов за счет автоматизации процессов проектирования;
- рост производительности труда;
- стандартизация процессов;
- исключение человеческого фактора в составлении спецификации и ведомости объема работ;
- централизованное управление строительством;
- эксплуатация здания в течение всего жизненного цикла;
- утилизация, капитальный ремонт строительных конструкций.

Проект, выполненный в 3D-пространстве, в котором применялась единая система кодирования, объекты и документация логичны и соответствуют стандартам, имеет больше шансов на успешное завершение в рамках бюджета, плана и быть качественно выполненным. Цифровой актив, который включает как модель 3D, так и все связанные с ней документы (чертежи, паспорта, необходимые при эксплуатации данные), – это замена бумажного архива, что позволяет экономить время для поиска необходимой информации.

Модернизация строительной отрасли, основанная на информационном моделировании, оказывается экономически целесообразной, гарантируя упорядоченность всех этапов строительства, уменьшение затрат и рост прибыли [4]. BIM-технологии позволяют принимать наиболее эффективные и экономически выгодные решения на каждой стадии проекта. Для наибольшей эффективности внедрения BIM-технологий необходимо увеличивать количество специалистов, умеющих их использовать, а также повышать их навыки. Экономическая эффективность использования BIM-технологий в строительстве не вызывает сомнений, т. к. позволяет снизить затраты на строительство не за счет снижения качества, а за счет использования высоких технологий. Увеличение скорости реализации проекта, повышение его качества, снижение затрат, возможных ошибок и издержек являются главными причинами необходимости перехода строительной сферы к повсеместному использованию BIM-технологий.

## Библиографический список

1. Старцева, С. С. Основные принципы архитектуры био-тека / С. С. Старцева, Е. А. Путилова // Молодежь и наука: Материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2022. – С. 257–259.
2. Евстратенко, А. В. Внедрение BIM-технологий в Белоруси: образовательная и практическая деятельность / А. В. Евстратенко // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2022. – № 4 (60). – С. 120–125.
3. Фонтокина, В. А. Роль BIM-технологий в организации и технологии строительства / В. А. Фонтокина, А. А. Савенко, Е. Д. Самарский // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 1.
4. Баклушина, И. В. Особенности использования технологии информационного моделирования (BIM-технологии) на примере программного обеспечения *Revit* / И. В. Баклушина, А. В. Усова, А. В. Бойкова // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 62-5. – С. 80–83. – DOI 10.18411/lj-06-2020-103.

## К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

Мохов Михаил Сергеевич, студент  
Долженкова Елена Владимировна, канд. экон. наук, доц.  
E-mail: [lenag1981@mail.ru](mailto:lenag1981@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Актуальность исследования связана с тем, что от эффективности глобальных цепей поставок зависит надежность и устойчивость международной логистики, поддерживающей снабжение товарно-материальными ценностями и сбыта готовой продукции. Чтобы обеспечить высокий уровень эффективности глобальных цепей поставок, необходимо применять инструментарий управления качеством. Благодаря этому создаются качественные логистические процессы, совершенствующие систему управления международной логистикой. Объектом статьи являются глобальные цепи поставок. Предметом исследования выступает использование управления качеством в обеспечении эффективности глобальных цепей поставок. В работе представлены основные показатели, используемые для оценки эффективности цепей поставок и определения областей для повышения качества логистических процессов.

**Ключевые слова.** Управление качеством, международная логистика, глобальные цепи поставок, управление цепями поставок, качество цепей поставок, эффективность цепей поставок.

Международный рынок в настоящее время является одним из наиболее динамично развивающихся секторов мировой экономики. Этот процесс стал возможным благодаря глобализации, которая связала экономики разных стран и позволила компаниям работать на мировом уровне. Логистика играет ключевую роль в этой эволюции международного рынка. Ее основная задача – обеспечение бесперебойной доставки товаров и услуг от поставщика до потребителя [2].

Управление глобальными цепями поставок представляет собой сложный и динамично развивающийся процесс управления потоками товаров, информации и денег через различные страны и континенты. Этот вид логистики отличается от национальной своими уникальными аспектами и вызовами, которые возникают из-за глобального масштаба операций и различий в законодательстве, культуре и инфраструктуре стран-участников системы международных перевозок [3].

На текущий момент можно выделить следующие проблемные зоны и области в управлении глобальными цепями поставок, организованных российскими компаниями [1]:

- активное перераспределение грузовых потоков и глобальных цепей поставок, что временно снизило надежность международных перевозок и увеличило стоимость транспортно-логистических и погрузочно-складских услуг;
- увеличение сроков поставок, что обусловлено все тем же перераспределением грузовых потоков и влиянием геополитической нестабильности во всем мире, включая наложение санкций на Россию (страны, которая имеет наиболее масштабную транспортную сеть);
- отказ работы многих стран и компаний с морскими логистическими портами России, из-за чего товаропотоки сырьевых товаров нарушены, что привело к росту стоимости услуг, а соответственно, и к увеличению цены на поставляемые товары (это одна из ключевых проблем и рост инфляции в мировой экономике).

Тенденция ухудшения глобальных цепей поставок демонстрирует результаты влияния проблем современных реалий на организацию международной логистики, что требует

от российских предприятий актуального решения данных проблем. Среди основных направлений – развитие управленческой практики в системе качества глобальных цепей поставок.

Система управления качеством в логистике управления глобальными цепями поставок предприятия – это организация процесса конкретных действий, где в совокупности осуществляется систематическая работа по созданию необходимых условий организационного, технического и экономического характера, гарантирующих то, что бизнес-процессы международной логистики будут реализованы на высоком уровне качества. Это гарантирует стабильность и бесперебойность глобальных цепей поставок, высокий уровень качества логистических услуг и эффективность управления, распределения и использования товарно-материальных ценностей предприятия.

Для оценки эффективности цепей поставок и определения областей для повышения качества логистических процессов используются следующие показатели:

- индекс оборачиваемости запасов, равный отношению стоимости продаж к среднегодовой стоимости запасов;
- коэффициент сервиса, рассчитанный в процентах, как соотношение количества заказов, выполненных в срок, и общего количества заказов;
- уровень сервиса, равный соотношению фактического количества товара, доставленного в срок, к запланированному количеству товара. Рассчитывается в процентах;
- коэффициент напряженности производства. Определяется как отношение затрат на производство к произведению времени производства и себестоимости производства;
- индекс гибкости цепи поставок. Равен отношению произведения прибыльности цепи поставок на надежность поставок, на временной модуль, на географический модуль к общему числу участников цепи поставок.

Система менеджмента качества в управлении глобальными цепями поставок предприятия в современной практике сталкивается со следующим рядом актуальных проблем и сложностей, как:

- 1) работа системы менеджмента качества имеет формальный характер, не влияет на принятие управленческих решений в области логистики и управления глобальными цепями поставок;
- 2) менеджмент не мотивирован на решение проблем системы менеджмента качества, что влияет на ухудшение результатов деятельности в международной логистике;
- 3) внутренний аудит не дает возможности предупредить проблему, что не позволяет на превентивном уровне устранять причины ухудшения качества логистики глобальных цепей поставок;
- 4) менеджмент не видит положительного воздействия системы менеджмента качества логистики на деятельность предприятия, что снижает мотивацию руководителей соблюдать его стандарты и правила.

Однако без системы менеджмента качества в управлении глобальными цепями поставок многие компании рискуют потерять лидерские позиции и конкурентоспособность. Опросы показывают, что 80 % потребителей ставят качество на первое место при принятии решения о покупке, а в 40 % случаев качество является приоритетным фактором при выборе поставщика. При этом за 85 % проблем качества отвечает система качества, а за остальные 15 % – исполнители [4].

При этом управление качеством играет следующую роль в обеспечении эффективности глобальных цепей поставок:

1. Повышается надежность и устойчивость цепей поставок. Вероятность того, что логистический процесс прервется – снижается.
2. Оптимизируются финансовые расходы на логистические процессы, что увеличивает рентабельность и эффективность управления глобальными цепями поставок.
3. Снижается количество поломок и аварий, которые прекращают процесс доставки грузов.

Таким образом, для руководителей компаний, занимающихся организацией глобальных цепей поставок, первоочередной задачей является управление качеством данных логистических процессов. Важно проводить внутренний анализ системы менеджмента качества, что позволяет объективно оценить эффективность принятия решений, направленных на совершенствование качества логистических процессов, обеспечения стабильности и устойчивости глобальных цепей поставок.

#### Библиографический список

1. Ширинова, Ш. И. Международная логистика: проблемы и перспективы / Ш. И. Ширинова, О. В. Морозова // Логистические системы в глобальной экономике. – 2023. – № 13. – С. 310–311.
2. Демкина, Д. Д. Современный международный рынок и логистика / Д. Д. Демкина, Е. В. Тахавеева // Логистические системы в глобальной экономике. – 2023. – № 13. – С. 198–200.
3. Воронов, А. А. Перспективы форматы международной логистики / А. А. Воронов, А. В. Екимов // Экономика устойчивого развития. – 2023. – № 4 (56). – С. 270–274.
4. Бузов, П. А. Функционально-стоимостный анализ для системы менеджмента качества / П. А. Бузов, А. Г. Жихарев, С. И. Маторин // Научный результат. Информационные технологии. – 2022. – Т. 7. – № 2. – С. 35–41.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ЗАТРАТАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Озерова Арина Андреевна, студент  
Долженкова Елена Владимировна, канд. экон. наук, доц.  
E-mail: [lenag1981@mail.ru](mailto:lenag1981@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В научной статье сформированы методические аспекты и стратегии управления логистическими затратами промышленного предприятия. Изучение различных подходов и стратегий совершенствования управления затратами способно дать компании преимущество перед конкурентами и улучшить показатели ее деятельности. Предложены направления улучшения указанных показателей для НПК АО «Уралвагонзавод»: их разработка и внедрение поможет в улучшении управления данным видом затрат.

**Ключевые слова.** Логистические затраты, промышленное предприятие, качество работы логистической системы, эффективность.

В современных условиях все большее внимание уделяется повышению эффективности работы промышленных предприятий. Особое место при этом занимает управление логистикой [2, 3]. Инструменты логистики сегодня активно используются в процессах принятия управленческих решений на основе больших данных. По этим причинам предлагаемое исследование является актуальным в современных условиях. Рассмотрение методических аспектов по проблеме исследования начнем с раскрытия сущности понятия «логистические затраты». К ним относится оценка стоимости ресурсов, используемых для выполнения различных логистических задач на этапах информационного, финансового и материального потоков при взаимодействии компании с поставщиками и клиентами, а также обеспечение их непрерывного функционирования.

Для понимания влияний логистических затрат на деятельность компании, надо вести учет затрат на логистику во взаимодействии с финансовым планированием и производством. Помимо того, что данный вид затрат характеризуется сложностью своей структуры, они подвержены влиянию изменения качества логистической системы, в рамках которых они формируются. Оценка показателей осуществлена авторами на основе ретроспективных данных, полученными на промышленном предприятии в результате регрессионного анализа.

С помощью системы оценки затрат менеджеры анализируют эффективность использования логистических операций. Также она помогает в планировании бюджетов на логистику [1]. В этап планирования и учета АО НПК «Уралвагонзавод», деятельность которого направлена на поддержание и развитие производственного потенциала России с целью получения прибыли при минимальных затратах, входит определение и применение методов оценки логистических затрат. Анализ показателей управления логистическими затратами начнем с анализа состава и структуры логистических затрат АО НПК «Уралвагонзавод» (табл. 1).

По данным таблицы стоит отметить, что на материалоёмкость производства указывает рост доли материальных затрат, занимающих 78,16 % всех затрат предприятия реализации продукции. Затраты на основную деятельность значительно преобладают, так и должно быть. В анализируемом периоде есть тенденция роста затрат по элементам на 5,07 % в 2022 г. за счет снижения отчислений на социальные нужды, амортизационных отчислений, что повлияло на уменьшение себестоимости продукции, работ, услуг.

Таблица 1

Анализ структуры и динамики себестоимости продукции  
АО НПК «Уралвагонзавод» по экономическим элементам

Наименование показателя	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Значения, тыс. руб.	Доля в общих затратах, %	Значения, тыс. руб.	Доля в общих затратах, %	Значения, тыс. руб.	Доля в общих затратах, %
Материальные затраты	227306732	65,08	577254332	77,96	610594472	78,16
Сырье и материалы	6437784	1,84	7625103	1,03	9237664	1,18
Топливо	57399	0,02	109433	0,01	135387	0,02
Амортизационные отчисления	55027652	15,75	77982718	10,53	67459532	8,64
Отчисления на социальные нужды	32589438	9,33	55902318	7,55	48826572	6,25
Прочие затраты	9476815	2,71	8680283	1,17	18097096	2,32
Итого затрат по элементам	349282253	100	740425335	100	781191791	100

«Уралвагонзавод» использует информационные технологии, такие как системы управления запасами, для контроля запасов и производственных затрат. Анализ состава и структуры запасов предприятия рассмотрим в табл. 2.

Таблица 2

Анализ состава и структуры запасов АО НПК «Уралвагонзавод»

Показатели	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Значения, тыс. руб.	Уд. вес, %	Значения, тыс. руб.	Уд. вес, %	Значения, тыс. руб.	Уд. вес, %
Запасы, в т. ч.	37753137	100,00	54901955	100	43127933	100
Материалы	19592221	51,90	24995466	45,53	19979739	46,33
Затраты в незавершенном пр-ве	17355941	45,97	20837901	37,95	21351196	49,51
Готовая продукция	513197	1,36	1336267	2,43	1220189	2,83
Расходы будущих периодов	251064	0,67	3561619	6,49	374544	0,87

Неоднозначные изменения произошли в структуре запасов за анализируемый период. Снижение запасов в 2022 г. на 11774022 тыс. руб. может показывать нехватку оборотных средств для закупки необходимого количества запасов. В то же время недостаток запасов (материалов, затрат в незавершенном производстве, готовой продукции) оказывает негативное влияние на финансовое положение предприятия. Это связано с тем, что увеличивается цена срочных поставок, снижается объем выпуска продукции и, соответственно, сумма прибыли [1].

Проведем АВС-анализ, который оптимизирует товарную продукцию корпорации для того, чтобы понять, что именно приносит прибыль и продается больше всего (табл. 3).

## АВС-анализ продукции АО НПК «Уралвагонзавод» в зависимости от выручки

Наименование продукции (работ/услуг)	Выручка, тыс. руб.	Доля, %	Доля накопительным итогом, %	Группа
Специальная продукция на экспорт	60940635	67,34	67,34	А
Полувагоны	13071527	14,44	81,78	В
Специальная продукция для войсковых частей	9735699	10,76	92,54	В
Прочие виды продукции	3271835	3,62	96,15	С
Цистерны	1847691	2,04	98,19	С
Вагонные запчасти и тележки	1501948	1,66	99,85	С
Экскаваторы, трактора и запчасти	132411	0,15	100,00	С
Итого продукции	81763357	–	–	–

Можно иметь минимальные запасы или поставлять под заказ товары категории «С». Поэтому основной целью оптимизации данной категории является снижение затрат на хранение [4]. Сосредоточить производство и продажи для обеспечения постоянного наличия на складе и контроля их конкурентоспособности надо на специальной продукции на экспорт (товары группы «А»). Полувагоны и специальная продукция для войсковых частей относятся к группе «В», т. е. именно они дают стабильный сбыт продукции без больших вложений, поэтому их надо поддерживать на имеющемся уровне.

Для сокращения логистических издержек была выявлена прямая зависимость между затратами и работой логистической системы «Уралвагонзавод». Для этого был использован АВС-анализ. Чтобы снизить затраты на логистику без ущерба для качества продукции, стоит рассмотреть стратегии управления логистикой через оптимизацию процессов. Стратегия улучшения качества сервиса логистики направлена на снижение потерь из-за неудовлетворительного обслуживания. Методы оптимизации затрат включают в себя партнерство с поставщиками, за которыми тщательно должны следить менеджеры. Например, выгодные условия поставки, улучшение качества продукции и ее хранения могут помочь снизить затраты. Применение методических аспектов управления затратами помогает в управлении рисками, планировании, прогнозировании и анализе затрат [2]. Знание этих методов может помочь организации обеспечить качественное обслуживание клиентов. Это позволяет предотвратить непредвиденные расходы и более эффективно распределять ресурсы.

## Библиографический список

1. Борисов, С. А. Управление затратами и контроллинг : учебник для вузов / С. А. Борисов. – Нижний Новгород: гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2018. – 41 с.
2. Лыжина, Н. В. Управление затратами предприятия: учебное пособие / Н. В. Лыжина. – Казань : КНИТУ, 2020. – 152 с.
3. Николаев, Л. Д. Современные подходы к управлению затратами в логистике предприятий России / Л. Д. Николаев // Молодой ученый. – 2021. – 262 с.
4. Погребцова, Е. А. Управление товарным ассортиментом на основе АВС – анализа и XYZ-анализа / Е. А. Погребцова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2021. – 148 с.



## ВЛИЯНИЕ ОБЩЕНИЯ НА СТАНОВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТИ

Пакин Александр Дмитриевич  
Жданов Игорь Владимирович  
E-mail: [ig.jdanoff@yandex.ru](mailto:ig.jdanoff@yandex.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию роли общения в развитии личности. В исследовании рассматриваются психологические аспекты влияния общения на формирование личности (в процессе образования в разном возрасте). Описывается механизм влияния общения на процессы самоидентификации и развития личностных качеств, рассматривается вопрос о взаимосвязи между коммуникацией и самопознанием, а также влияние общения на эмоциональное состояние и социализацию индивида.

**Ключевые слова.** Общение, формирование личности, диалог.

Проблема формирования личности давно вызывает интерес мыслителей. Процессы социализации и общения как взаимодействия между людьми, которое основано на восприятии и понимании, выполняют значимую роль в становлении личности. Взаимодействие с окружающими людьми играет решающую роль в процессе самоидентификации и развития индивидуальных качеств. Личностное общение дает человеку возможность приобрести определенные черты характера, интересы, привычки, склонности, усвоить нормы и формы нравственного поведения, определить цели жизни и выбрать средства их реализации. Выделяют два типа коммуникаций:

- **Ролевые:** люди действуют совместно как представители одной социальной общности. Например, общение преподавателя и студента, директора предприятия с начальником цеха, тренера со спортсменом. Ролевое общение регламентировано принятыми в обществе нормами и спецификой обращения.
- **Личностное:** не связано общественными регуляторами и ограничителями, зависит от индивидуальных особенностей общающихся и взаимоотношений между ними. Например, разговор друзей, отношения матери и сына.

Общение лежит в основе становления и развития отдельного человека и общества в целом. Без него невозможно формирование личности, его воспитание, интеллектуальное развитие, адаптация к жизненным условиям. Общение имеет обширную сферу применения, оно необходимо в процессе трудовой деятельности, для поддержания межличностных отношений, отдыха, эмоциональной разгрузки, интеллектуального и художественного творчества. Общение – это взаимодействие личностей и социальных групп, в процессе которого происходит обмен деятельностью, информацией, опытом, навыками, результатами деятельности. Отметим, что для формирования личности в процессе общения значимым оказывается образовательный процесс, который «оказывает существенное влияние на вхождение человека в социокультурное пространство, на характер взаимоотношений человека» [1]. Образовательный процесс начинается с раннего детства. Продолжается в дошкольных, школьных, средне-специальных и высших учебных заведениях. Однако и дальнейшая жизнь человека предполагает продолжение образовательного процесса, т. к. общение существует не только в силу общественной, но и личной необходимости. В ходе общения в образовательной деятельности и вне ее индивид получает информацию (рациональную и эмоциональную), формирует способы мыслительной деятельности, образцы и нормы поведения, сопереживания и идентификации, учится определять и передавать эмоции, настроения и т. д. Человек учится выстраивать диалоговое отношение с окружающим миром, с другими людьми, с самим собой. Для комфортного существования человеку нужна гармония между

информационной средой и аксиологическими принципами. Диалог как форма общения с окружающим миром, с другими становится необходимым концептуальным основанием.

Для понимания роли общения в формировании личности важной является идея о «целостном формировании человеческой личности в процессе ее воспитания» и получения образования [2]. Общение, являясь основой любого образовательного процесса, предполагает активацию и одновременное функционирование различных участков мозга. Поэтому необходимо выстраивать и образовательный процесс, и внеучебное общение с учетом ориентации и на логику, формализм, и на образное мышление, эмоциональную составляющую. Подобное сочетание позволит достичь более плодотворных результатов в процессе общения. Потребности современного общества, его духовных и материальных сфер делают проблему общения чрезвычайно актуальной. Общение имеет огромное значение в формировании человеческой психики, развития и становлении разумного, культурного поведения. Через общение с психологически развитыми людьми, благодаря широким возможностям к научению, человек приобретает все свои высшие производительные способности и качества. Через активное общение с развитыми личностями он развивает и свои личностные качества по аналогии [3].

Благодаря общению человек становится цивилизованным, культурно и нравственно развитым гражданином. Интенсивность общения, разнообразие его содержания, целей, средств являются значимыми факторами, определяющими развитие личности. Стоит отметить, что в современном мире часть общения оказывается не личностным, а онлайн. Технологии все больше влияют на развитие и изменение человека. К этому вопросу первыми обратились «древнегреческие мыслители, которые заметили, что технология влияет на деятельность, мышление и культуру человека» и в современном мире человек сильно подвергается влиянию «глобального сетевого общества», которое задает сегодня ценности, ориентации [4]. Значимая часть общения современного человека (в т. ч. и образовательная) переходит в онлайн. Плюсы и минусы этого процесса становятся темой исследования психологов, философов, социологов.

Общение играет ключевую роль в развитии личности. Оно способствует формированию как индивидуальных качеств, так и социальных навыков, оказывая влияние на самопознание, эмоциональное состояние и социальную адаптацию личности. Важно уделять должное внимание и развивать навыки общения на протяжении всей жизни.

#### Библиографический список

1. Putilova, E. A. Dialogue as a strategy in modern educational space / E. A. Putilova, A. V. Shutaleva // *Theoretical & Applied Science*. – 2015. – No. 8(28). – P. 116. DOI 10.15863/TAS.2015.08.28.21
2. Шуталева, А. В. Целостное развитие сознания в образовательном процессе и театральная педагогика / А. В. Шуталева, Е. А. Путилова // *Успехи современной науки*. – 2017. – Т. 4. № 1. – С. 165.
3. Малюкова, Е. В. Роль общения и отношения в формировании личности и его культуры / Е. В. Малюкова, Д. В. Леденев // Алтайский филиал Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-obscheniya-i-otnosheniya-v-formirovanii-lichnosti-i-ego-kultury>, свободный (дата обращения: 25.04.2024).
4. Putilova, E. Network user behavior and media risks in modern education / E. Putilova, Yu. Tsiplakova, M. Pyrina // *E3S Web of Conferences* : XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023), Divnomorskoe village, Russia, 04–10 сентября 2023 г. – Vol. 431. – Divnomorskoe village, Russia: EDP Sciences, 2023. – P. 05004. – DOI 10.1051/e3sconf/202343105004.

5. Шуталева, А. В. Интернет-мем как способ воспроизводства социальной памяти / А. В. Шуталева, Е. А. Путилова // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – 2017. – № 12–3(86). – С. 219–221.

6. Кодермятов, Р. Э. Общение как важнейшее условие развития личности в социуме / Р. Э. Кодермятов, Н. А. Тумакова, Е. В. Павловская // Молодой ученый. – 2015. – № 11 (91). – С. 1213–1216. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/91/19841/>, (дата обращения: 25.04.2024), свободный (Дата обращения: 25.04.2024).

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Токмянина Алена Дмитриевна, студент  
Долженкова Елена Владимировна, канд. экон. наук, доц.  
E-mail: [lenag1981@mail.ru](mailto:lenag1981@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Логистика расширяется за счет большого количество функционала организации и на всех этапах модернизации предприятия стараются уменьшить расходы и произвести товар, определенной меры и стандарта, в назначенное время и в назначенном месте. Проблема, связанная с улучшением материальных потоков организации в нынешних условиях совершенствования рыночных взаимоотношений, имеет большое значение. Важным вопросом остается перемещение продукции через этапы ее изготовления, приобретения и реализации. В качестве объекта исследования статьи предложено крупное градообразующие предприятие города Нижний Тагил – АО «ЕВРАЗ НТМК». Данный выбор обоснован широким ассортиментом выпускаемой продукции этого предприятия. Но не каждая категория продукции может приносить высокую прибыль предприятию. Поэтому для решения данной проблемы авторами статьи будут предложены методики, основанные на ABC-анализе. В первую очередь мы проведем сортировку продукции АО «ЕВРАЗ НТМК», исходя из ее прибыльности. Далее мы проведем комплексный ABC-анализ при помощи распределения товаров по группам, исходя из их объема. Затем мы составим комплексный ABC-анализ продукции АО «ЕВРАЗ НТМК», представляющий из себя комбинацию ассортимента по объему и прибыли товаров. Исходя из данного анализа, будут предложены рекомендации по улучшению показателей управления материальными потоками АО «ЕВРАЗ НТМК».

**Ключевые слова.** Промышленное предприятие, материальные потоки, ABC-анализ, логистика управления запасами.

Для классификации материальных потоков промышленных предприятий авторы предлагают использовать модернизированный ABC-анализ, который осуществляется не только по ассортименту продукции, но и также по прибыли, приносимой каждой группой товарно-материальных ценностей. В зависимости от степени важности каждой продукции приписывается своя группа: А – продукция, имеющая наибольшую степень значимости; В – продукция со средней степенью значимости; С – продукция с наименьшей степенью значимости [1, 2].

Данный анализ составлен на основе планов реализации продукции АО «ЕВРАЗ НТМК» на 2022 г., на основе которого выявляется уровень потребности позиции в данном периоде (табл. 1).

Можно заметить, что большую часть прайс-листа АО «ЕВРАЗ НТМК» составляют товары категории «С», в котором, как правило, 50 % продукции приносят всего 5 % прибыли. Для такой категории продукции следует применять простой способ контроля запасов и регистрации сведений и проводить нечастую инвентаризацию [3]. Теперь перейдем к рассмотрению оставшихся категорий продукции: это группа «А», которая состоит из самых важных товаров, и группа «В», к которой относятся продукция средней значимости, но при этом формирующая устойчивые продажи и нормальные доходы. Как мы видим, в двух категориях состоят практически одинаковые товары, отличающиеся лишь своей величиной и предназначением. Поэтому для категории «А» и «В» следует проводить качественный анализ управления запасами и регистрации информации, но для группы «В» следует реже проводить инвентаризацию и не обязательно затрачиваться на инвестиции.

Таблица 1

## АВС-анализ продукции АО «ЕВРАЗ НТМК» в ценах продажи

№	Наименование продукции	Величина, м	Цена за 1 м	Выручка	Удельный вес, %	Накопленная доля, %	Группа
1	Балка двутавровая, 40	24,80	19575	485460,00	24,59	24,59	А
...	...	...	...	...	...	...	...
7	Рельсы, КР80	11,00	10489	115379,00	5,84	71,49	А
10	Рельсы, КР70	11,00	7750	85250,00	4,32	86,65	В
...	...	...	...	...	...	...	...
21	Круг, 42 мм	6,00	735	4410,00	0,22	98,80	С
...	...	...	...	...	...	...	...
41	Проволока обычного качества, 3 мм	1,00	5	5,00	0,0003	100,00	С
			Итого	1974341,8			

Теперь следует провести комплексный АВС-анализ, при помощи распределения товаров по группам, исходя из их объема (табл. 2).

Таблица 2

## АВС-анализ продукции АО «ЕВРАЗ НТМК» в зависимости от их объема

№	Наименование продукции	Величина, м	Удельный вес, %	Накопленная доля, %	Группа
1	Балка двутавровая, 40	24,80	5,48	5,48	А
7	...	...	...	...	...
17	Уголок равнополочный, 70×5 мм	12,00	2,65	58,98	А
18	...	...	...	...	...
23	Рельсы, КР120	11,00	2,43	74,40	А
25	...	...	...	...	...
26	Рельсы, КР70	11,00	2,43	81,69	В
27	...	...	...	...	...
29	Круг, 42 мм	6,00	1,33	86,33	В
30	...	...	...	...	...
39	Арматура гладкая, 14 мм	5,85	1,29	99,56	С
41	Проволока обычного качества, 3 мм	1,00	0,22	100,00	С
	Итого:	452,54			

Как мы видим, на данный анализ может влиять несколько аспектов. Поэтому в этой ситуации следует обратиться к комплексному АВС-анализу продукции. Его суть заключается в следующих моментах: мы объединяем итоги проведенных нами двух АВС-анализов (по прибыли и объему выпускаемой продукции) и наделяем каждой группе одновременно две буквы. Такая ситуация обусловлена взаимосвязью характеристик групп. В конечном итоге у нас должно сформироваться девять групп из двух значений (табл. 3).

Сначала перейдем к рассмотрению категории самой рентабельной продукции – «АА». Для этой группы требуется регулярный контроль и эффективное содействие продажам. Из наименьшего количества продукции состоит категория «ВВ». Это посредственно устойчивый ассортимент, для которого не требуются серьезные меры для его сохранения. Если же рассматривать группу «ВС», то ассортимент из данной категории является низкодоходным с умеренной степенью оборачиваемости. И, наконец, перейдем к разбору самой низкорентабельной группы, в которую вошло шесть наименований продукции «СС». Такой ассортимент следует ликвидировать из прайс-листа и поменять на новую продукцию или же сформировать меры для уменьшения их себестоимости.

Комплексный ABC-анализ продукции АО «ЕВРАЗ НТМК»  
по цене и объему продукции

AA	AB	AC
1. Балка двутавровая, 40 2. Балка двутавровая, 25 3. Балка двутавровая, 24 4. Рельсы, КР120	1. Балка двутавровая, 20 2. Рельсы, Р50	1. Уголок равнополочный, 70×5 мм
BB	BA	BC
1. Рельсы, КР70		1. Круг, 42 мм
CA	CB	CC
		1. Арматура гладкая, 14 мм 2. Проволока обычного качества, 1,2 мм 3. Проволока обычного качества, 3 мм

Далее следует перейти к рассмотрению оптимизации финансовых затрат на продукцию предприятия до и после внедрения ABC-анализа (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная таблица финансовых затрат на продукцию предприятия  
до и после внедрения ABC-анализа

Вид затрат	Значение до внедрения ABC-анализа (руб.)	Значение после внедрения ABC-анализа (руб.)
Материальные затраты	7 657 864	6 892 077,6
Затраты на оплату труда	3 960 751	3 564 675,9
Страховые взносы	2 814 434	2 532 990,6
Амортизация	500 000	450 000
Прочие затраты	1 475 562	1 328 005,8
Итого	16 408 611	14 767 749,90

Исходя из сравнительного анализа, можно заметить следующие изменения: материальные затраты до внедрения ABC-анализа составляли 7657864 руб., а после – 6892 077,6 руб. Это показывает оптимизацию расходов на материалы благодаря анализу и определению наиболее значимых позиций.

Затраты на оплату труда сократились с 3960751 до 3564675,9 руб. после внедрения ABC-анализа. Это говорит о более эффективном использовании трудовых ресурсов и возможном сокращении издержек.

Страховые взносы уменьшились с 2814434 до 2532990,6 руб. после внедрения ABC-анализа. Это свидетельствует о более точной оценке страховых расходов и возможном пересмотре страховых политик. Амортизация снизилась с 500000 рублей до 450000 руб., что указывает на более эффективное использование основных фондов и уменьшение издержек на их обслуживание. Прочие затраты также уменьшились с 1475562 до 1328005,8 руб. после внедрения ABC-анализа, что говорит о повышении эффективности управления прочими расходами. Таким образом, внедрение ABC-анализа позволит предприятию оптимизировать свои финансовые затраты и снизить общие издержки на производство продукции. Это поможет улучшить финансовое состояние компании и повысить ее конкурентоспособность на рынке.

Библиографический список

1. Аникин, Б. Д. Коммерческая логистика : учебник / Б. Д. Аникин, А. П. Тяпухин. – Москва : Издательство Проспект, 2018. – 432 с.

2. Балашов, А. И. Производственный менеджмент (организация производства) на предприятии : учебное пособие /А. И. Балашов. – Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.] : Питер, 2020. – 160 с.

3. Гарнов, А. П. Экономика предприятия : учебник для бакалавров / А. П. Гарнов, Е. А. Хлевная, А. В. Мыльник. – Люберцы : Юрайт, 2019. – 303.

## К ВОПРОСУ О ФИНАНСОВОМ МОШЕННИЧЕСТВЕ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Хильченко Лана Владимировна, студентка  
Долженкова Елена Владимировна, канд. экон. наук, доц.  
E-mail: [lenag1981@mail.ru](mailto:lenag1981@mail.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Проблема неправомерных операций, совершаемых без согласия клиентов в банковской сфере, представляет серьезную угрозу для финансовой безопасности и доверия к системе банковского обслуживания. В данной статье рассматриваются типы мошеннических действий, приводящих к таким негативным последствиям, а также обсуждаются меры и технологии, которые могут быть применены Центральным Банком для предотвращения и выявления подобных случаев. Проведен подробный анализ современной Антифрод-системы, предназначенной для защиты от различных методов несанкционированного доступа к информации, показана ее практическая направленность.

**Ключевые слова.** Банковская система, финансовое мошенничество, фишинговые атаки, методы предотвращения мошеннических действий, машинное обучение.

Современная банковская система предполагает высокий уровень доверия со стороны клиентов к финансовым учреждениям. Однако существует ряд случаев, когда клиенты сталкиваются с ситуациями, когда операции по их счетам совершаются без их согласия или знания. Это может быть следствием действий злоумышленников, внутренних нарушений или ошибок в работе банковского персонала.

В 2021 г. (рис. 1) сумма переводов составила 3,89 трлн руб. (количество операций 0,88 млрд ед.), а в 2022 г. сумма денежных переводов увеличилась до 14,35 трлн руб. (количество операций 3,05 млрд ед.). В 2023 г. общая сумма денежных переводов составила 30,99 трлн руб. (количество операций 7,15 млрд ед.).

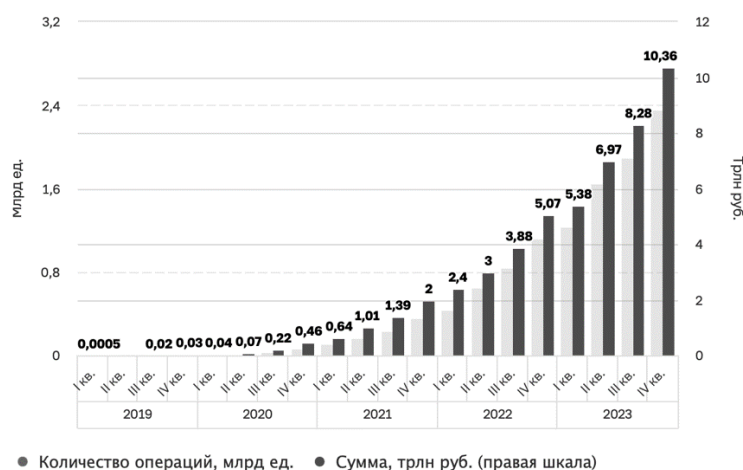


Рис. 1. Динамика безналичных переводов на территории РФ

С 2021 по 2023 г. происходит значительный рост объемов денежных переводов, однако увеличение переводов сопровождается появлением мошенников, которые крадут денежные средства без согласия клиентов. В 2021 г. объем операций без согласия клиентов составил 13 582,23 млн руб. (количество операций 1035,01 тыс. ед.), а в 2022 г. показатель увеличился до 14 165,44 млн руб. (количество операций 876,59 тыс. ед.). В 2023 г. объем операций составил 15 791,41 млн руб. (количество операций 1165,99 тыс. ед.).



В 2021 г. операции без согласия клиентов в общем объеме денежных средств составили 0,00130 %. В 2022 г. этот показатель снизился до 0,00097 %, а в 2023 г. увеличился до 0,00119 %. Следует отметить, что все рассмотренные показатели остаются ниже установленного Банком целевого показателя, который составляет 0,005 %.

Таким образом, в 2022 г. объем операций без согласия клиентов вырос на 4,29 % по сравнению с предыдущим годом в связи с активным развитием новых дистанционных платежных сервисов и увеличением объема денежных переводов с использованием электронных средств платежа. В 2023 г. этот показатель вырос на 11,48 % по сравнению с предыдущим годом. В результате принятых ЦБ мер по борьбе с мошенничеством в 2022 г. количество операций без согласия клиентов снизилось на 15,31 % по сравнению с предыдущим годом. Однако в 2023 г. произошло вновь увеличение из-за появления новых видов мошенничества, одним из которых являются фишинговые атаки.

Фишинговые атаки – это ситуации, когда злоумышленники создают поддельные веб-сайты, которые имитируют официальные сайты государственных органов, банков, популярных социальных сетей, маркетплейсов и других компаний. Целью таких атак является получение конфиденциальной информации пользователей, такой как логины, пароли, данные банковских карт, а также распространение вредоносного программного обеспечения (рис. 2, 3).

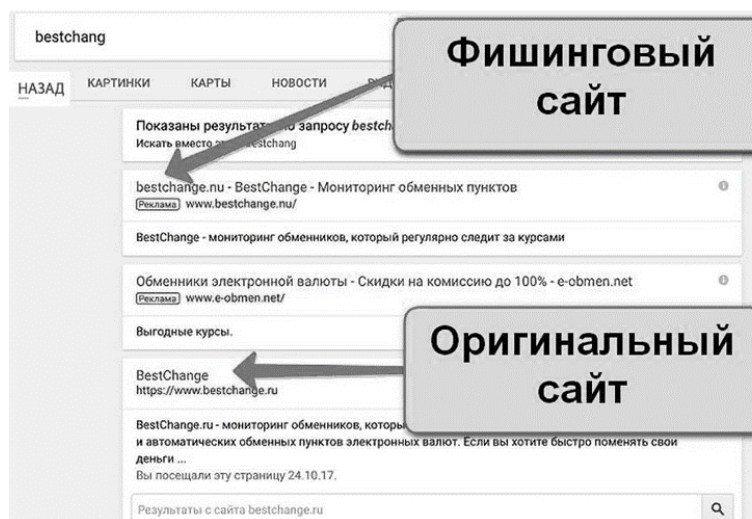


Рис. 2. Пример фишингового сайта

Источник: Фотобанк от TripTonkosti. –

URL : <https://triptonkosti.ru/foto/fishingovye-shemy-eto-92-foto.html> (дата обращения: 28.04.2024)

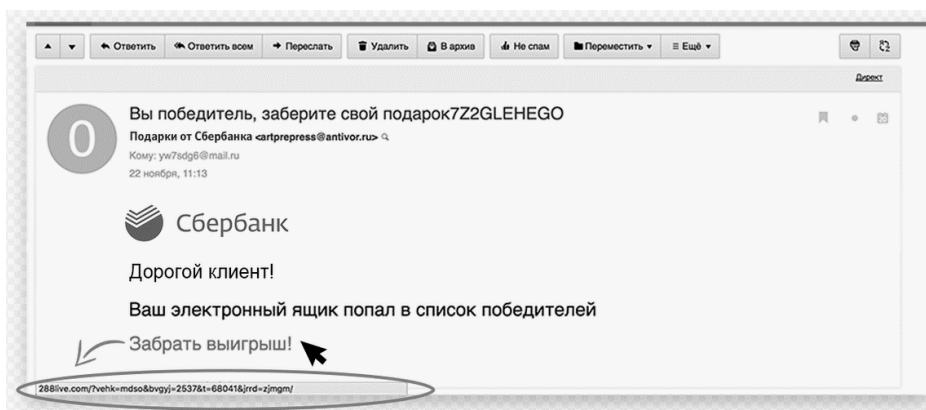


Рис. 3. Пример почтового вида фишинга

Источник: Фотобанк от TripTonkosti. –

URL : <https://triptonkosti.ru/foto/fishingovye-shemy-eto-92-foto.html> (дата обращения: 28.04.2024)

Рассмотрим основные методы, которые применяет ЦБ для предотвращения мошеннических действий:

- электронно-цифровая подпись с высоким уровнем обеспечения безопасности;
- применение криптографических алгоритмов для шифрования информации;
- использование средств распознавания устройств, с помощью которых клиенты осуществляют вход в личные кабинеты или пользуются системами «клиент-банк».

На современном этапе внедряются также Антифрод-системы, предназначенные для защиты от различных методов несанкционированного доступа к информационным системам. Ниже приведем их более подробную характеристику.

Первоначальная фильтрация данных в рамках алгоритма антифрода осуществляется в соответствии с определенными правилами, которые учитывают следующие параметры: количество операций за определенный период времени, сумма платежа или перевода, количество владельцев карты, установленный лимит на покупку, страна, в которой была выпущена карта, цифровой отпечаток, географическое расположение транзакции, история проведенных операций, стоп-листы и валидаторы.

Прошедшие фильтрацию транзакции получают от системы следующие метки:

– зеленая – «утверждено», фрод не обнаружен. Например, клиент регулярно оплачивает коммунальные услуги одинаковыми суммами в одно и то же время. Однако при обнаружении аномалий в поведении – скачка количества транзакций или их объема, система проведет дополнительные проверки и сменит цвет метки;

– желтая – «необходима ревизия», вероятность мошенничества повышена. Дополнительные проверки проводятся при обнаружении подозрительных ситуаций, таких как частые небольшие транзакции с одного счета на несколько других или регулярное списание средств небольшими суммами. Это может быть вызвано решением владельца магазина разделить оплату на отдельные части. И хотя нет ничего незаконного, система активизирует дополнительные проверки, такие как подтверждение личности по коду из СМС или отпечатку пальца. Иногда может потребоваться связаться с оператором для выяснения причин такого поведения.

Алгоритмы антифрода постоянно настраиваются и обновляются с использованием *Machine Learning*, который позволяет ИИ создавать поведенческие сценарии пользователей и прогнозировать их расходы на основе алгоритмов кластеризации.

Таким образом, неправомерные операции, проводимые без согласия клиентов, представляют собой серьезную угрозу в современной финансовой среде и непрерывно эволюционируют, поскольку злоумышленники постоянно разрабатывают новые методы мошенничества. Для эффективной борьбы с финансовым мошенничеством Центральному Банку необходимо постоянно обновлять и внедрять новые способы обнаружения и предотвращения незаконных операций. Это позволит снизить уровень риска для клиентов и обеспечить безопасность и надежность финансовых операций, основанных на доверии и прозрачности.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

## ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ В ОТДЕЛЕ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ TOGAF

Аратин Дмитрий Владимирович, студент  
Буйная Елена Васильевна, доцент  
E-mail: [dima.aratin@mail.ru](mailto:dima.aratin@mail.ru)

Кузбасский государственный технический университет  
г. Кемерово, РФ

**Аннотация.** Статья представляет анализ организации ООО «Диджитал девелопмент» и ее отдела «управления разработки и тестирования», специализирующегося на создании сервисов для автоматизации HR процессов. Целью данного отдела является обеспечение лучшего опыта работы в компании за счет использования разработанных сервисов и начала их коммерциализации на внешнем рынке. Автор статьи описывает основные цели и задачи отдела, в т. ч. проблемы, которые мешают достичь этих целей – отсутствие модульности сервисов и построенных процессов по взаимодействию с клиентами.

Для решения поставленных задач предлагается ряд технических решений, таких как внедрение микросервисной архитектуры, использование контрактов API, разработка конфигурационных инструментов и оркестрации контейнеров. Также обсуждаются вопросы сопровождения продуктов в контурах заказчика, включая установление сервисного соглашения и создание процессов сопровождения.

Статья также представляет анализ архитектуры предприятия с использованием модели *Togaf*, которая позволяет выявлять проблемы, связанные с инфраструктурой и взаимодействием сервисов. Предложенные решения направлены на оптимизацию внутренних процессов и обеспечение готовности к коммерциализации разработанных сервисов.

**Ключевые слова.** Модель *Togaf*, HR, продажа ПО, анализ отдела, инфраструктура.

В качестве организации для выявления проблем была выбрана компания – ООО «Диджитал девелопмент» [1] и отдел, который в ней находится – управление разработки и тестирования. Организация, основным видом деятельности которой является строительство домов, инфраструктуры и сервисов, которые экономят людям время, чтобы они потратили его на то, что действительно важно. Отдел занимается разработкой сервисов, направленных на автоматизацию HR процессов: подбор людей, их развитие и программы удержания. У отдела есть несколько целей и задач.

Цели:

- Обеспечить лучший опыт работы в компании за счет использования разработанных сервисов.
- Начать зарабатывать, продавая сервисы на внешнем рынке помодульно.

Задачи:

- Сделать сервисы модульными (независимыми от других).
- Рассказать о разработанных сервисах на внешнем рынке.
- Продавать сервисы на внешнем рынке.

В планах у отдела: в ближайший год начать продавать разработанные сервисы помодульно для внешнего рынка, начать рекламировать решение на конференциях.

Состав организации представлен на рис. 1. На нем отражено количество сотрудников в каждом из отделов, участвующих в разработке сервисов.

## ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ОРГАНИЗАЦИИ

- Backend
  - TeamLead - 1
  - TechLead - 1
  - Команда - 12
- Frontend
  - TeamLead - 1
  - TechLead - 1
  - Команда - 10
- СТО - 1
  - Сопровождение продукта - 2
  - Тестирования
    - TeamLead - 1
    - Команда - 11
  - Аналитика
    - Команда - 7



Рис. 1. Организационная структура

В свете стремления бизнеса к процветанию и успешному монетизированию разработанных сервисов, долгое время успешно применяемых внутри компании, возникла необходимость перейти к этапу коммерциализации. Для эффективного старта этого процесса требовалось ясное определение задач. В результате выбор пал на модель *Togaf* [2], обладающую уникальной способностью систематизировать и анализировать текущее положение дел, выявляя возможные препятствия и путеводящая к решениям, способным улучшить ситуацию. Созданная модель визуализирована на рис. 2.



Рис. 2. Архитектура предприятия *Togaf*

Анализируя архитектуру предприятия, были выявлены следующие проблемы организации:

- Сервисы имеют связанность между собой, что мешает продавать их независимо друг от друга.
- Отсутствует техническое решение по настройке инфраструктуры в контуре заказчика и схемы возможного взаимодействия сервисов между собой.
- Отсутствует процесс сопровождения продуктов в контурах заказчика.

В соответствии с обнаруженными проблемами были предложены следующие решения:

- *Сервисы имеют связанность между собой:*
  - внедрение микросервисной архитектуры: Разделение сервисов на более мелкие компоненты, каждый из которых выполняет конкретную функцию. Это позволит легко масштабировать и обновлять отдельные сервисы независимо друг от друга;
  - использование контрактов API: Создание четких и гибких API между сервисами для обеспечения независимого взаимодействия и возможности продажи сервисов по отдельности.
- *Отсутствие технического решения для настройки инфраструктуры и схемы взаимодействия сервисов:*
  - разработка конфигурационных инструментов: Написание инструкций для автоматизации настройки инфраструктуры в контуре заказчика и управления взаимодействием между сервисами;
  - внедрение оркестрации контейнеров: Использование системы оркестрации контейнеров (например, *Kubernetes*) для управления развертыванием и масштабированием сервисов;
  - выбор *Yandex Cloud* и делегировать ему часть задач по администрированию инфраструктуры.
- *Отсутствие процесса сопровождения продуктов в контурах заказчика:*
  - установление сервисного соглашения (SLA): Определение четких SLA для каждого продукта, включая процедуры обновления, поддержки и реагирования на проблемы;
  - создание процессов сопровождения: Разработка процессов и процедур для регулярного мониторинга, обновления и поддержки продуктов в контурах заказчика.

#### Библиографический список

1. Сайт компании ООО «Диджитал девелопмент» / [Электронный ресурс]. – URL: <https://samolet.ru>, свободный (дата обращения: 27.04.2024)
2. Лекция 8: Методики описания архитектур. *Togaf* / [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/995/152/lecture/4236?page=7>, свободный (дата обращения: 27.04.2024)



## ПРОБЛЕМА АГРЕССИИ В ВИДЕОИГРАХ

Баталин Дмитрий Андреевич  
Шабалин Егор Константинович  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Видеоигры, содержащие идеи насилия и агрессии, вызывают в современном обществе множество дискуссий в среде философов, психологов и педагогов.

Обсуждение потенциального вреда подобных игр не учитывает наличия идей насилия в другом медиаконтенте. Авторы обращаются к исследованиям, доказывающих отсутствие прямой зависимости между видеоиграми, содержащими идеи насилия и агрессией в реальном мире. Выполняя функцию ухода от реальности, видеоигры могут вызвать психологическую зависимость, итогом которой становится выбор в пользу виртуальной реальности.

**Ключевые слова.** Видеоигры, насилие в видеоиграх, агрессия.

В современном мире большинство игр содержат идеи насилия и агрессии. Целевой аудиторией видеоигр, содержащие идеи насилия, не являются дети. Однако следует констатировать, что другие продукты массовой культуры, содержащие идеи насилия, доступны для детей в современном мире. Журнал «*Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*» [1] опубликовал результаты десятилетнего исследования, целью которого было изучение влияния видеоигр с идеями насилия и агрессии на поведение взрослых в сравнении с детьми. Было установлено отсутствие корреляции между жестокими видеоиграми в раннем подростковом возрасте и уровнем агрессии во взрослом возрасте. В ходе исследования был использован подход, ориентированный на человека, что позволило более точно учесть влияние различных факторов на поведение отдельной личности.

В исследовании принимали участие семьи из крупных городов разного социального статуса и уровня дохода, что позволило обеспечить представленность семей с разными социальными и экономическими статусами. Разнообразие выборки объектов исследования гарантировало большую объективность результатов. Рейтинги жестокости видеоигр определялись с помощью данных *Common Sense Media*, участники оценивали по различным показателям, включая агрессию, уровень депрессии, социальную активность. Было доказано, что уровень агрессивного поведения взрослых испытуемых, которые в детстве активно играли в жестокие видеоигры, не превышает уровень тех, кто играл меньше или не играл в подобные игры. Интерактивные развлечения могут снижать уровень преступности в молодежной среде. К этому приходит исследование *Understanding the Effects of Violent Video Games on Violent Crime*, раскрывающее взаимосвязь между играми с элементами агрессии и снижением уровня преступности в молодежной среде [2]. Исследование *Violent Video Games and Real-World Violence: Rhetoric Versus Data* подтверждает гипотезу о воздействии видеоигр на снижение уровня преступности, сопоставляя данные по продажам хитовых игр *Grand Theft Auto*, *Call of Duty*, *Assassin's Creed* и количество насильственных преступлений [3].

Вагенер Г. Ли, анализируя влияние компьютерных игр на человека, провел эксперимент, в котором половина испытуемых играла «*Uncharted 4: A Thief's End*», а вторая – в ту же игру, из которой были исключены сцены агрессии и жестокости. В ходе эксперимента у испытуемых измеряли уровни тестостерона и кортизола, диагностировали их макиавел-

лизм, психопатию, нарциссизм и повседневный садизм. Значимых различий между данными двух групп не было зафиксировано. Сцены жестокости в игре не усиливали стресс: уровень кортизола у добровольцев первой группы оказался ниже.

Авторы исследования также выявили связь между макиавеллизмом и реакцией на сцены насилия: у людей с ярко выраженной склонностью к манипулированию уровень кортизола после видеоигры значительно снижался. Ученые считают, что их исследование подтверждает отсутствие однозначной связи между видеоиграми с элементами насилия и жестокости и агрессивностью игрока. Видеоигры могут служить способом ухода от реальности [4]. Однако со временем у игрока может появиться психологическая зависимость, которая не позволяет решать реальные проблемы. Перед началом игры у человека активируются участки мозга, отвечающие за удовольствие и поддержание этого поведения. При мысли о веществах у зависимых от наркотиков людей активируются те же области мозга. И компьютерные игры, и употребление психоактивных веществ могут вызвать зависимость. Жертвы обеих зависимостей обычно осознают, что удовлетворение желания приведет к серьезным социальным, психологическим и физиологическим проблемам, но остановиться не способны. Тем не менее между зависимостью от игр и зависимостью от психоактивных веществ существует значительное отличие. Психоактивные вещества вредят физическому здоровью напрямую, постепенно разрушая внутренние органы, вред от компьютерных игр косвенный и связан с малоподвижным образом жизни. Всемирная организация здравоохранения включила игровое расстройство в раздел поведенческих расстройств. Это впервые было зафиксировано в обновленной Международной классификации болезней одиннадцатого пересмотра. С точки зрения обновленного справочника эта зависимость определяется как болезнь. Однако согласно МКБ десятого пересмотра (который действует сейчас в РФ) этого расстройства официально не существует. Что означает отсутствие официальной возможности постановки подобного диагноза.

Помимо зависимости от игр в разделе поведенческих расстройств существует схожее поведенческое расстройство – игромания (зависимость от азартных игр), которое считается более опасным, т. к. сопряжено возможными финансовыми проблемами. Из международной классификации болезней неясно, к какой группе отнести человека, зависимого от компьютерной игры, в которой можно совершать онлайн покупки: подобные игры построены по системе монетизации *free-to-play*. В отличие от обычной игровой зависимости, такое поведение имеет не только социальные, но и финансовые последствия. Сегодня большинство специалистов считают, что лечить игровую зависимость нужно так же, как и другое поведенческое расстройство, связанное с зависимостью от азартных игр [5]. Если человек несовершеннолетний, ему особенно важна помощь и поддержка семьи, которая поможет найти другой способ реализации. При этом зависимым людям и их семьям может потребоваться помощь специалиста, который поможет разобраться в причинах возникновения сильного желания играть, научит контролировать мысли и побуждения, связанные с игрой.

Современные исследователи не пришли к однозначному выводу о влиянии насилия в видеоиграх на психологические особенности поведения игроков. В данной работе были приведены доказательства и эксперименты, подтверждающие точку зрения об отсутствии корреляции между идеями жестокости и насилия в видеоиграх и агрессией человека в реальном мире. Однако необходимо учитывать и существование противоположной точки зрения, в подтверждение которой также проводится ряд экспериментов. Отметим, что на данный момент нет однозначного вывода о вреде идей агрессии в видеоиграх на психологию человека или его отсутствии.

#### Библиографический список

1. Coyn, S. M. Growing Up with Grand Theft Auto: A 10-Year Study of Longitudinal Growth of Violent Video Game Play in Adolescents / S. M. Coyn, L. Stockdale // *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. – Vol. 24, No. 1. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим



доступа: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/cyber.2020.0049>, свободный (Дата обращения 24.04.24). doi: 10.1089/cyber.2020.0049

2. Cunningham S., Engelstätter B, Ward M. R. Understanding the Effects of Violent Video Games on Violent Crime. 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1804959](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1804959), свободный (Дата обращения 24.04.24).

3. Markey, M. Violent Video Games and Real-World Violence: Rhetoric Versus Data / M. Markey, C. N. Markey, J. E. French // Psychology of Popular Media Culture. – 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/260781992\\_Violent\\_Video\\_Games\\_and\\_Real-World\\_Violence\\_Rhetoric\\_Versus\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/260781992_Violent_Video_Games_and_Real-World_Violence_Rhetoric_Versus_Data), свободный (Дата обращения 24.04.24).

4. Пономарева, Е. С. Видеоигры и агрессия: основные тенденции зарубежных исследований / Е. С. Пономарева // Вестник Московского университета. – 2022. – Серия 14. Психология. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/videoigry-i-agressiya-osnovnye-tendentsii-zarubezhnyh-issledovaniy>, свободный (Дата обращения 24.04.24).

5. Putilova, E. Network user behavior and media risks in modern education / E. Putilova, Y. Tsipakova, M. Pyrina // E3S Web of Conferences. – 2023. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/374703260\\_Network\\_user\\_behavior\\_and\\_media\\_risks\\_in\\_modern\\_education](https://www.researchgate.net/publication/374703260_Network_user_behavior_and_media_risks_in_modern_education), свободный (Дата обращения 24.04.24).

# ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Бобровский Александр Андреевич  
E-mail: [s3mpLe@gmail.com](mailto:s3mpLe@gmail.com)

Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)  
г. Москва, РФ

**Аннотация.** Территория исследований площадью 20 км<sup>2</sup> расположена в Калужской области. Это территория Сатинского полигона, расположенного на юго-восточной окраине Смоленско-Московской возвышенности (рис. 1).

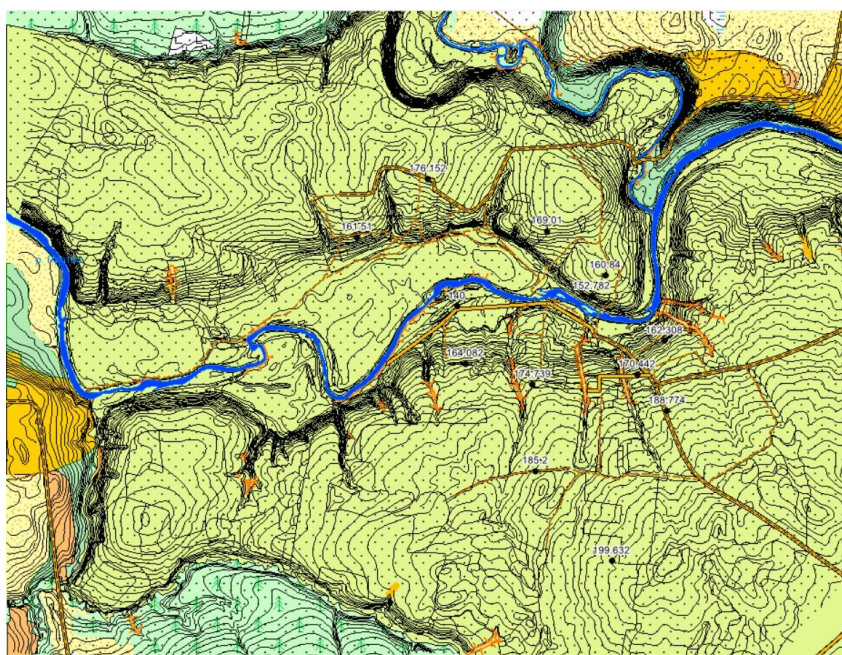


Рис. 1. Карта района работ

Территория полигона находится в бассейне среднего течения р. Протвы, приуроченного к юго-восточной окраине Смоленско-Московской возвышенности, при ее переходе к Угорско-Протвинской низменности. На полигоне площадью 20 км<sup>2</sup> отмечается наиболее возвышенная (до 208 м абс.) юго-восточная часть – северный склон Боровско-Малоярославецкой возвышенности, и относительно пониженные центральная и северо-восточная части, занятые долиной р. Протвы и ее крупного левого притока р. Исьмы (абс. высота днища долины 136–140 м).

Это территория краевой зоны предпоследнего, московского оледенения Русской равнины, южной части лесной зоны, где распространены смешанные хвойно-широколиственные леса, а также вторичные мелколиственные леса, с умеренно теплым и довольно влажным летом, давно и значительно освоенная человеком.

Для проведения работ по поиску оптимального местоположения для размещения производственных объектов использовалась геоинформационная система «Интегро», содержащая все необходимые процедуры.

ГИС «Интегро» – Российская современная геоинформационная система, разработанная для решения геологических, геофизических, картографических, прогнозных задач, а также задач охраны окружающей среды. Разработана в лаборатории геоинформатики ФГУП ГНЦ РФ ВНИИгеосистем.

**Ключевые слова.** ГИС, анализ данных, блок прогноз, карта уклонов, карта расстояний.

Критериями оценки оптимальности расположения объекта строительства были:

- участок должен располагаться на горизонтальном участке или участке с небольшим уклоном. Площадки с крутизной склона более 18 запрещены для строительства;
- участок должен располагаться вблизи автомобильных дорог;
- участок должен располагаться вблизи крупных водотоков, поскольку требуется водоснабжение;
- оптимальные зоны для размещения – открытые пространства, такие как выгоны, пустыри, луга, вырубки и т. д.

В качестве исходных данных использовались карты, содержащие информацию о:

- рельефе (включает в себя: обрывы, изолинии, отметки высот);
- гидрография, выраженная в масштабе карты;
- дорогах;
- лесных массивах;
- объектах землепользования;
- типах растительности;
- типах почв.

Для решения задачи поиска оптимальной территории была построена карта уклонов на основании карты рельефа (рис. 2). Также были посчитаны карты расстояний до дорог и до водотоков (рис. 3).

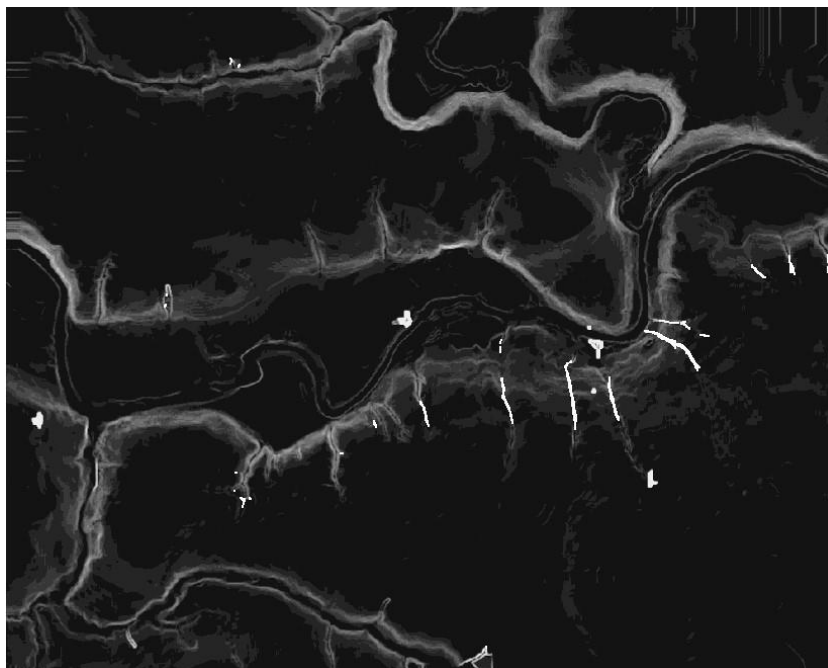


Рис. 2. Карта уклонов

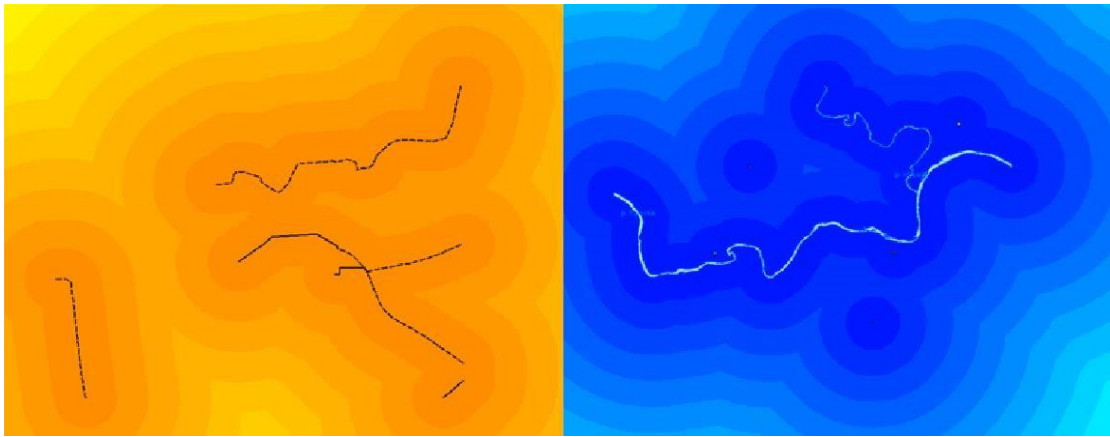


Рис. 3. Карта расстояний до дорог (слева) и карта расстояний до водотоков (справа)

Когда все данные были подготовлены, следующим этапом был произведен анализ посчитанных данных. Анализ производился с помощью функции ГИС «Интегро» – «Блок Прогноз». В блоке «Прогноз» представлены алгоритмы решения прогнозных задач, где выбор метода зависит от типа выбранных признаков, модели и субъективных предпочтений исследователя.

Были заданы веса характеристик, поскольку нам важно чтобы территория располагалась вблизи дорог и водотоков (рис. 4).

5	<input checked="" type="checkbox"/>	new_calc_prop	Уклоны_1	Колич. критер.	1
6	<input checked="" type="checkbox"/>	new_calc_prop1	Расстояние_до_дорог	Колич. критер.	5
7	<input checked="" type="checkbox"/>	new_calc_prop2	Расстояние_до_водотоков	Колич. критер.	5

Рис. 4. Веса характеристик

После анализа была получена карта перспективных участков для строительства производственных объектов (рис. 5).

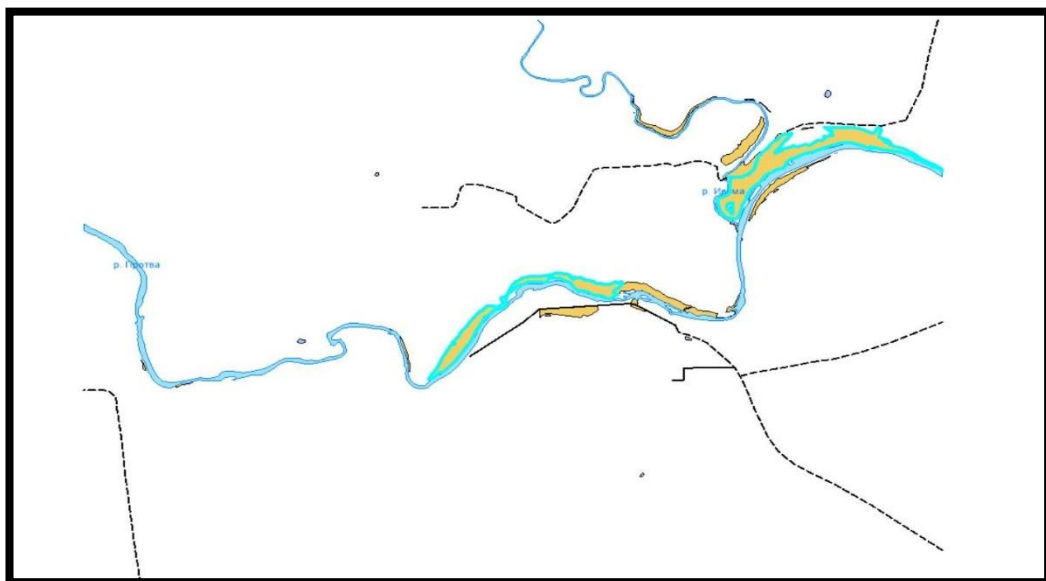


Рис. 5. Карта перспективных участков для строительства производственных объектов

## Библиографический список

1. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков : учебник / И. К. Лурье. – 2-е издание, испр. – Москва : КДУ, 2010. – 424 с.: табл, ил.
2. Лурье, И. К. Основы геоинформатики. Информатика с основами геоинформатики. Ч. 2. Основы геоинформатики : учебное пособие / И. К. Лурье, Т. Е. Самсонов. – Москва : Географический факультет МГУ, 2016. – 200 с.
3. Ковин, Р. В. Геоинформационные системы : учебное пособие / Р. В. Ковин, Н. Г. Марков. – Томск : Издательство Томского Политехнического университета, 2008. – 175 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Бодров<sup>1</sup> Константин Олегович  
Орлов<sup>1</sup> Никита Александрович  
Пепельшев<sup>2</sup> Дмитрий Игоревич  
E-mail: [dmitry.pepelyshev@urfu.ru](mailto:dmitry.pepelyshev@urfu.ru)

1 – НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

2 – Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина  
г. Екатеринбург, РФ

**Аннотация.** В современном мире искусственный интеллект становится значимой частью образовательного процесса, предоставляя новые возможности для оптимизации обучения и улучшения качества полученных знаний. При этом система образования сталкивается с рядом проблем (недостаток индивидуального подхода, ограниченный доступ к ресурсам, сложность в анализе данных обучения), решить которые позволяет использование искусственного интеллекта. Применение ИИ в образовании включает в себя персонализированное обучение, автоматизацию ряда задач, адаптивные образовательные платформы, анализ данных и прогнозирование результатов, виртуальные и дополненные реальности и симуляции, повышение эффективности учебных материалов и создание обучающих игр и приложений. Эти нововведения помогают создать более гибкую и эффективную образовательную среду, способствующую развитию всех обучающихся.

**Ключевые слова.** Искусственный интеллект (ИИ), автоматизация учебного процесса, персонализация образования, эффективность обучения.

В современном мире проблема использования искусственного интеллекта активно обсуждается мыслителями в различных сферах деятельности, включая образование. Использование ИИ в системе образования открывает новые перспективы для оптимизации учебного процесса и улучшения качества обучения. Образование является базовой составляющей развития общества и формирования личности. С применением таких инновационных технологий, как искусственный интеллект, образовательные учреждения могут адаптироваться к изменяющимся потребностям обучающихся и решать актуальные образовательные задачи. Несмотря на значительные достижения, существующая система образования сталкивается с рядом проблем, включая недостаток индивидуального подхода к обучению, ограниченный доступ к ресурсам образования, неравенство в образовательных возможностях и устаревающие учебные методики [1]. Часто встречаются проблемы с отслеживанием и анализом данных о процессе обучения, что затрудняет принятие информированных решений для улучшения образовательной практики. Некоторые обучающиеся могут не раскрыть свои возможности и таланты в системе образования по причине отсутствия индивидуализированного подхода. Эти проблемы подчеркивают необходимость изменений в системе образования, связанную с использованием инновационных технологий (включая искусственный интеллект) для повышения качества и доступности образования [2].

Применение искусственного интеллекта в процессе обучения можно характеризовать как необходимый фактор модернизации всей образовательной системы. Образовательные процессы, поддерживаемые технологиями ИИ, способствуют созданию более гибких и адаптивных систем обучения, соответствующих потребностям современных обучающихся.



Благодаря применению технологий ИИ в сфере образования может быть достигнуто:

- персонализированное обучение;
- автоматизация рутинных задач;
- использование адаптивных образовательных платформ;
- анализ данных и прогнозирование результатов;
- применение идеи виртуальной реальности и симуляции;
- улучшение учебных материалов;
- создание обучающих игр и приложений.

Персонализированное обучение позволяет адаптировать учебный процесс к индивидуальным потребностям и способностям каждого ученика. Например, образовательные платформы, использующие ИИ, могут обеспечить учащихся индивидуализированными заданиями и материалами в зависимости от их уровня знаний и предпочтений. Персонализация темпа обучения и методов представления материала позволит каждому наиболее эффективно усваивать знания. Автоматизация рутинных задач включает в себя автоматизацию процессов проверки заданий, управления оценками, составления расписаний. Системы автоматической проверки заданий на базе ИИ способны оценивать ответы обучающихся и предоставлять обратную связь в режиме реального времени, освобождая преподавателя для более качественного общения с обучающимися и для разработки индивидуальных программ обучения. Адаптивные образовательные платформы используют ИИ для соотношения учебного материала и заданий с уровнем знаний и скорости обучения каждого обучающегося.

Использование искусственного интеллекта для анализа данных и прогнозирования результатов позволяет преподавателям выявлять паттерны и тенденции в учебном процессе. Например, системы аналитики на основе ИИ могут изучать результаты тестирования и поведенческие данные учащихся, выявляя возможные проблемы и предсказывая их успехи в учебе. Это позволяет учебным заведениям адаптировать учебные планы в реальном времени для каждого обучающегося в зависимости от их индивидуальных потребностей и прогресса. Виртуальные реальности и симуляции позволяют обучающимся лучше изучить учебный материал путем создания интерактивных и интересных образовательных сред. Например, виртуальные лаборатории и обучающие симуляторы на базе ИИ помогают освоить сложные концепции путем практического опыта и экспериментирования. Улучшение учебных материалов и контента с помощью искусственного интеллекта предполагает анализ академических ресурсов для выявления и исправления ошибок, а также структурирование данных для более эффективного обучения. Например, системы на основе ИИ могут сканировать текстовые материалы, распознавая грамматические и синтаксические ошибки или фактические неточности. ИИ может структурировать учебный материал, создавая связанные и доступные категории, темы, что облегчает навигацию для обучающихся [3].

Создание образовательных игр и приложений с применением искусственного интеллекта позволяет разработать интерактивные инструменты, которые увлекают и мотивируют обучающихся. Игры на основе ИИ могут адаптироваться к различным уровням сложности и стилям образовательного процесса, обеспечивая более гибкий подход к обучению. Такие приложения предлагают актуальные задания, динамичные симуляции и возможность мгновенной обратной связи, способствуя более глубокому пониманию учебного материала [4]. Внедрение искусственного интеллекта в образование способно улучшить его качество, сделать обучение более доступным и адаптивным. Персонализированное обучение, автоматизация и анализ данных – ключевые инструменты для достижения этой цели. Применение ИИ в образовательном процессе способно изменить роль преподавателя, делая его наставником, адаптирующим обучение к индивидуальным потребностям каждого [5, 6]. Все это содействует созданию гибкой образовательной среды, повышая эффективность обучения.

Библиографический список

1. Putilova, E. Network user behavior and media risks in modern education. 2023 [Электронный ресурс] / E. Putilova, Y. Tsiplakova, M. Pyrina. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/374703260> Network user behavior and media risks in modern education, свободный (дата обращения: 15.04.2024).
2. Радугин, А. А. Применение искусственного интеллекта в образовательном процессе вуза: технологии, потенциал и проблемы / А. А. Радугин, О. А. Радугина // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2021. – С. 85–86. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/educ/2021/04/2021-04-18.pdf>, свободный (дата обращения: 15.04.2024).
3. Новак, Р. А. Персонализация обучения с помощью ИИ Учитывая индивидуальность каждого студента / Р. А. Новак // Статья. 04.07.2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-razvitiya-arhitekturnogo-stilya-bio-tech-i-ego-harakternye-otlichitelnye-osobennosti/viewer>, свободный (дата обращения: 15.04.2024).
4. Холмс, У. Искусственный интеллект в образовании [Электронный ресурс] / У. Холмс, М. Бялик, Ч. Фейдел. – Издательство «Альпина PRO», 2022. – Режим доступа: <https://education.forbes.ru/authors/iskusstvenniy-intellekt-v-obrazovanii>, свободный (дата обращения 14.04.2024).
5. Putilova, E. Project-Based Learning in Personal-Oriented Educational Paradigm. 2020 [Электронный ресурс] / E. Putilova, Y. Tsiplakova, A. Shutaleva. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/343535724> Project-Based Learning in Personal-Oriented Educational Paradigm, свободный (дата обращения: 15.04.2024).
6. Putilova, E. Environmental education and its principles / E. Putilova, Yu. Tsiplakova, Yu. Diachkova, E. Knysh// E3S Web of Conferences : XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023), Divnomorskoe village, Russia, 04–10 сентября 2023 г. – Vol. 431. – Divnomorskoe village, Russia: EDP Sciences, 2023. – P. 09003. – DOI 10.1051/e3sconf/202343109003. – EDN MEJCVU.



## ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ТВОРЧЕСТВО

Бузаев Василий Эдуардович  
Хадиулин Дамир Маратович  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье исследуется влияние искусственного интеллекта на творческую деятельность. Авторы анализируют различные аспекты взаимодействия человека и ИИ в процессе создания произведения, оценивают его возможности и ограничения использования в процессе творчества. Рассматриваются изменения в творческом подходе и восприятии искусства в связи с использованием ИИ. Делается упор на область применения, будущие возможности и потенциальные улучшения данной технологии. Авторы делают вывод о необходимости стремления к гармонии возможностей искусственного интеллекта и творческого потенциала человека.

**Ключевые слова.** Искусственный интеллект (ИИ), генерация изображений, машинное обучение, нейронные сети, генерация произведений.

Проблема развития и внедрения искусственного интеллекта в творческую деятельность человека в век информационных технологий становится все более актуальной. Тенденция автоматизации во всех сферах жизни человека приводит к облегчению бытовых условий и необходимости человечеству адаптироваться к новым условиям. Развитие ИИ порождает как мнимые, так и реальные опасности для человечества. Нельзя однозначно утверждать, что результат развития ИИ будет безопасен для человека. Искусственный интеллект совершенствуется на основе имеющихся и появляющихся данных, поэтому его влияние будет только расти [1]. Сейчас ИИ способен генерировать произведения различного качества по запросу пользователя, включая изображения и музыкальные композиции, что приводит к изменению отношения к творчеству самого человека.

ИИ является основной технологией в области генерации изображений. Используя алгоритмы машинного обучения для создания нового визуального контента, ИИ находит применение в различных сферах [2]. В сфере дизайна он поможет найти стиль, который будет соответствовать обозначенным требованиям, в маркетинге ИИ способствует привлечению внимания людей своими необычными идеями. ИИ активно применяется при создании анимации и виртуальной реальности. Он способен создавать фоны и концепты персонажей, востребованные в игровой индустрии. ИИ используется и в области безопасности, для анализа видеонаблюдения, распознавания лиц и номеров транспортных средств. Используя обучение и нейронные сети, ИИ способен создавать реалистичные изображения, востребованные в разных сферах. Он также имеет возможность улучшать процесс создания изображений, сокращая необходимое время и ресурсы для этого [3]. Однако существуют и недостатки использования ИИ в генерации изображений. Некоторые алгоритмы могут создавать изображения с искажениями или артефактами, что снижает качество полученных результатов. Ряд алгоритмов могут копировать стили существующих работ, что приводит к проблеме интеллектуальной собственности и авторских прав [4].

Использование ИИ в генерации изображений имеет большие перспективы. С развитием технологий машинного обучения и нейронных сетей качество создаваемых изображений будет улучшаться, скорость работы алгоритмов увеличится. Важным направлением развития может стать использование ИИ в обработке и анализе видео-контента, что откроет

новые возможности для кинематографии, телевидения и других сфер. Также можно прогнозировать улучшение в области реалистичной визуализации и создания трехмерных моделей с помощью ИИ.

Для дальнейшего развития ИИ в генерации изображений необходим анализ следующих аспектов.

1. Развитие алгоритмов генерации изображений на основе глубокого обучения, что позволит создавать более сложный и качественный визуальный контент.

2. Улучшение процесса валидации и проверки сгенерированных изображений, что повысит качество и достоверность результатов.

3. Исследование влияния созданных изображений на восприятие и эмоциональную реакцию людей для понимания и управления воздействием визуального контента.

Использование ИИ в генерации изображений представляет большой потенциал. С развитием технологий использование ИИ будет происходить чаще в различных сферах, он станет эффективным и полезным инструментом для создания и модификации визуального контента. ИИ возможно использовать и при создании новых музыкальных композиций: анализируя музыкальные данные, выделяя характеристики звуков и мелодий, ИИ генерирует новые музыкальные идеи на основе обучающих данных. Также с его помощью возможен анализ музыкальных предпочтений пользователей, исходя из таких параметров, как жанр, настроение, темп. Он способен создавать персонализированные плейлисты, предлагая новые композиции, сходные с уже прослушанными пользователем [5]. Исследования показывают, что применение ИИ в создании аудио произведений (песни, аудиокниги и подкасты) имеет и достоинства, и недостатки. Многие современные программы, используемые для записи аудиодорожек, используют алгоритмы на базе ИИ для автоматизации различных операций. Например, функция «*Denoise*» позволяет убирать фоновые шумы из аудиозаписей, а «*Auto-tune*» может исправлять высоту звука голоса до ближайшего правильного полутона. Использование ИИ в создании аудио произведений может значительно улучшить качество записей и упростить процесс производства. Однако некоторые исследователи указывают на возможную потерю оригинальности и индивидуальности в музыкальных произведениях, вызванную масштабным вмешательством ИИ. Для достижения оптимального результата необходимо тщательное изучение всех аспектов применения искусственного интеллекта в музыкальной индустрии.

Музыканты экспериментируют с использованием нейросетей, позволяющих создавать звуковые дорожки для текстов, написанных людьми. На основе базы данных, предоставленной разработчиком, сеть генерирует фрагмент требуемого содержания и стиля, что позволяет переложить процесс создания на устройство, сокращая количество времени и усилий, необходимых для создания произведения. Однако сейчас можно создавать аудиодорожки высокого качества только при условии большого опыта использования программы. Создать высококачественное произведение, не имея навыков использования программы, невозможно. Значимым требованием являются и качественные исходные данные пользователя (вокал, навык игры на инструменте). Для всеобъемлющего использования нейронных сетей требуется большой опыт работы с подобными программами. Необходимо правильно формулировать запросы для получения желаемого результата от нейронной сети. Однако на данный момент качество создаваемых нейронными сетями произведений недостаточно высокое: возникают ошибки в аудиодорожке, связанные с некорректным применением плагина «*Auto-tune*» к вокальной партии, что придает звуку синтетический характер и вызывает негативные ощущения при прослушивании. Генерируемые тексты (при необходимости их создания) также отличаются низким качеством, характеризующимся бедностью языка и нелогичностью повествования. Однако основным недостатком применения нейронных сетей является их неспособность создавать произведения в абсолютно новом стиле или жанре. Искусственный интеллект не обладает способностью к творчеству, т. к. оперирует лишь предоставленными данными и не обладает творческим мышлением, в отличие от человека.

Несмотря на все отмеченные недостатки, ИИ значительно упрощает работу со звуковыми файлами. При создании аудиодорожек используются программы для записи и редактирования. Программы генерации подобных произведений и итоговые материалы могут использоваться как источники вдохновения для авторов. Эти программы со временем совершенствуются, каждое обновление упрощает создание собственного произведения. С развитием нейронных сетей появляется перспектива создания нового жанра сгенерированной музыки.

Для дальнейшего развития и применения ИИ в творческой деятельности человека необходимо:

- 1) создание обширной библиотеки для улучшения качества аудио произведений;
- 2) развитие качества алгоритмов для оптимизации процессов и увеличения скорости работы программы;
- 3) развитие интерфейсов программ для наиболее удобного пользования.

Таким образом, искусственный интеллект, хоть и обладает большим потенциалом, не заменяет творческого мышления человека и требует баланса между автоматизацией и оригинальностью, творчеством. Для гармоничного сосуществования с ИИ в различных сферах человеку необходимо адаптироваться к новым условиям. При разумном использовании ИИ может стать незаменимым инструментом творцов. Поэтому важно стремиться к оптимальному сочетанию возможностей ИИ и творческого потенциала человека для достижения оптимальных результатов.

#### Библиографический список

1. Игнатова, Н. Ю. Реальные и мнимые опасности искусственного интеллекта / Н. Ю. Игнатова // Автономная некоммерческая организация высшего образования «Гуманитарный университет». 2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54189370&selid=54189490>, свободный (Дата обращения 03.04.2024).
2. Калинин, В. А. Использование VR и AR технологий в сфере архитектуры, дизайна и строительства / В. А. Калинин, Е. А. Путилова // Молодежь и наука : материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. – 2023. – С. 208–210. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/126849>, свободный (Дата обращения 03.04.2024).
3. Шкаленко, А. В. Влияние искусственного интеллекта на креативные индустрии: тенденции и перспективы / А. В. Шкаленко, А. Е. Фадеева // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2022. – Т. 24. – № 3. – С. 44–59. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-iskusstvennogo-intellekta-na-kreativnye-industrii-tendentsii-i-perspektivy/viewer>, свободный (Дата обращения 03.04.2024).
4. Петерс, С. В. Нейросети для генерации изображений: области применения и юридические проблемы эксплуатации / С. В. Петерс // Международный научный журнал «Вестник науки». – 2024. – № 3(72). – С. 44–59. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyroseti-dlya-generatsii-izobrazheniy-oblasti-primeneniya-i-yuridicheskie-problemy-ekspluatatsii/viewer>, свободный (Дата обращения 03.04.2024).
5. Пальмов, С. В. Использование искусственного интеллекта музыкальными средствами / С. В. Пальмов, О. О. Скакун // Прикладные экономические исследования. – 2023. – № 1. – С. 198–203. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-muzykalnymi-servisami/viewer>, свободный (Дата обращения 03.04.2024).

## КИБЕРСПОРТ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИБЕРСПОРТСМЕНОВ

Волошенко Кирилл Андреевич  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной в современном мире теме изучения психологических особенностей киберспортсменов. Тема гейминга и соревнований в киберспорте с каждым годом демонстрирует все больший рост популярности, становясь социокультурным феноменом в современном мире. Обращаясь к исследованию киберспорта, авторы рассматривают влияние психологических факторов в процессе выступления киберспортсменов, их психологическую подготовку, стрессоустойчивость, управление эмоциями и другие аспекты, значимые для достижения успеха в киберспорте. В статье проводится анализ влияния киберспорта на психологическое здоровье игроков и методы профилактики психологических проблем. Авторы проводят сравнительный анализ представителей традиционных видов спорта и киберспортсменов.

**Ключевые слова.** Киберспорт, киберспортсмены, психологическая подготовка, стрессоустойчивость.

В условиях социально-экономических и политических преобразований современной России особое значение приобретает сфера спорта как наиболее значимая для такой целевой аудитории, как молодежь. Большой спорт давно является одним из элементов внешней и внутренней политики мировых держав. Победы на спортивных соревнованиях поднимают авторитет государства и патриотический дух граждан. Рост популярности игр, требующих от человека высоких интеллектуальных способностей, привел к появлению соревнований, итогом которых и стало возникновение такого явления, как киберспорт. Киберспорт – это новая отрасль спортивной индустрии, непосредственно связанная с рынком высоких технологий, и одновременно достаточно массовое и прогрессивное движение современной молодежи. Масштабность и распространенность компьютерного спорта не только в России, но и в мире сочетаются с отсутствием его изучения и анализа с психологической и педагогической точек зрения.

Киберспорт, включенный во Всероссийский реестр видов спорта в 2016 г., становится все более популярным. Не все компьютерные игры могут использоваться в киберспорте, а только те, которые могут обеспечить равные условия для соревнования команды с командой или человека с человеком, где опыт и умение играть важнее фактора случайности. В киберспорте психологические особенности игроков играют значимую роль и в процессе подготовки к соревнованиям, и во время выступления. Успешные киберспортсмены обладают высокой концентрацией, стрессоустойчивостью, быстрой реакцией и умением управлять своими эмоциями. Поэтому понимание и изучение психологических особенностей киберспортсменов и их формирования являются необходимым для тренеров, специалистов по подготовке, психологов и самих спортсменов [1].

Отличие киберспортсменов от представителей других видов спорта заключается в том, что последние участвуют в дисциплинах, требующих физической активности, выносливости (таких как футбол, бег, плавание, теннис и т. д.), предоставляя разработку тактики игр тренерам. Тренируя свое тело, они развивают мышцы и контролируют свое физическое состояние для достижения успеха. Киберспортсмены соревнуются в видеоиграх, где мастерство зависит не от физических параметров, а от интеллектуальных и реактивных способностей, стратегического мышления, координации движений и скорости реакции самого

киберспортсмена. Физические данные киберспортсмена не являются важным фактором для достижения успеха. Таким образом, основное различие между спортсменом и киберспортсменом заключается в том, что первый использует физическую активность для достижения цели, а второй интеллектуальные навыки в виртуальной среде [2].

Киберспорт – это соревновательный процесс, соединивший компьютерные технологии и людей, управляющих ими. Изучив влияние компьютерного спорта на человека, взаимоотношение между компьютерными технологиями и киберспортсменом, а также прикладное значение компьютерного спорта и его социальную значимость [3], можно выделить основные принципы подготовки киберспортсменов.

1. Научиться справляться со стрессом. В мире киберспорта интенсивность соревнований высокая, игроки должны уметь справляться со стрессом для успешного выполнения различных нестандартных задач. Специалисты по психологической подготовке помогают развивать навыки управления стрессом, используя методы релаксации, визуализации и психологической регуляции.

2. Уметь работать с эмоциями. Киберспортсмены регулярно сталкиваются с изменением эмоционального фона во время соревнований. Умение управлять эмоциями позволяет игрокам оставаться сфокусированными и принимать обоснованные решения в сложных ситуациях.

3. Развивать скорость реакции. В мире высоких технологий скорость реакции оказывает значимую роль в процессе соревнований.

4. Формировать положительную мотивацию. Большинство представителей киберспорта – подростки и молодые люди, для которых важными мотивами их деятельности являются мастерство, взаимодействие, созидание, соревнование.

Киберспорт, являющийся неотъемлемой частью информационных технологий, способствует развитию у человека знаний, умений и навыков в области информационных технологий. Киберспорт помогает развитию таких навыков и способностей, как планирование, анализ, интуиция, психическая устойчивость, координация, концентрация и т. д. Для развития киберспортсмена важны и другие факторы (умение работать в команде, соблюдение режима дня), но именно выделенные четыре являются базовыми.

Существует 3 группы киберспортсменов [4].

1. *Играющие*. Самая многочисленная группа людей, которые относятся к киберспорту с точки зрения получения удовольствия от игры и не ориентированы на результат в данной деятельности, воспринимая его как один из видов досуговой деятельности. Этой группой людей движут следующие мотивы: аффилиации, предметный, неосознанный, а также мотивационные состояния: интерес, влечение.

2. *Соревнующиеся* киберспортсмены. Эта группа людей принимает участие на различных киберспортивных соревнованиях в свободное время. Их основные мотивы: достижения, аффилиации, осознанный, функциональный. Их мотивационные состояния: интерес, стремление, желание.

3. *Профессиональные* киберспортсмены. Немногочисленная часть группы людей, занимающихся киберспортом, которая ориентирована на удовлетворение своих амбиций, желание, стремление быть лучшими, а также на получение материальных благ. Для них главным является социальный мотив достижения. Данная группа людей ориентирована только на успех. Для них игровая деятельность является работой, они много времени уделяют тренировкам. Основной мотив – достижение; мотивационные состояния – стремление, желание, установка.

Таким образом, киберспорт является новой формой соревновательной деятельности, требующей от участников не только интеллектуальных и реактивных способностей, но и высокой психологической устойчивости. Киберспорт помогает развитию таких навыков и способностей человека, как планирование, анализ, интуиция, координация, концентрация.

С учетом актуальности киберспорта в современном обществе изучение и понимание психологических аспектов киберспортсменов является значимым направлением для дальнейших научных поисков и исследований.

#### Библиографический список

1. Юртаева, М. Н. Индивидуально-психологические особенности рассогласованности когнитивного и социально-психологического развития студентов / М. Н. Юртаева, Н. С. Глуханюк // Психология и Психотехника. – 2021. – № 3. DOI: 10.7256/2454-0722.2021.3.35468. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?Id=35468](https://nbpublish.com/library_read_article.php?Id=35468), свободный (Дата обращения 24.04.2024).
2. Putilova, E. Network user behavior and media risks in modern education. XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023) / E. Putilova, Y. Tsipakova, M. Pyrina // E3S Web Conf., Vol 431, 2023 DOI: 10.1051/e3sconf/202343105004. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Network user behavior and media risks in modern education (elibrary.ru), свободный (Дата обращения 24.04.2024).
3. Богдановская, И. М. Психологические характеристики киберспортсменов в избранной дисциплине компьютерного спорта / И. М. Богдановская, Н. Н. Королёва, А. В. Привалов // Культура и технологии. – 2018. – Т. 3. – Вып. 4. – С. 90–103. DOI: 10.17586/2587-800X-2018-3-4-90-103. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cat.itmo.ru/ru/2018/v3-i4/205>, свободный (Дата обращения 24.04.2024)
4. Карвунис, Ю. А. Психофизиологические характеристики у киберспортсменов при напряженной игровой деятельности / Ю. А. Карвунис, Н. А. Карвунис [и др.] // Психология спорта. – 2023. – № 8. – С. 42–43.

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ

Дмитриев Виктор Андреевич  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: [e.a.putilova@urfu.ru](mailto:e.a.putilova@urfu.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния физической активности на когнитивные функции человека. Авторы рассматривают различные механизмы, посредством которых физическая активность способна улучшить функционирование мозга. В статье анализируются результаты исследований, показывающие связь между физической активностью и когнитивными функциями (память, внимание, речь). В заключении авторы делают выводы о влиянии регулярной физической активности на поддержание здоровья мозга и улучшение когнитивных функций.

**Ключевые слова.** Когнитивные функции, физическая активность, активный образ жизни, память.

Физическая активность играет значимую роль в поддержании здоровья человека. Она способствует улучшению работы сердечно-сосудистой системы, повышению выносливости и силы мышц, а также снижению риска развития ряда заболеваний. Физическая активность оказывает влияние и на когнитивные функции человека. ВОЗ определяет физическую активность как какое-либо движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует расхода энергии [0].

Физическая активность имеет разные уровни интенсивности в зависимости от того, насколько она требует усилий со стороны организма.

1. *Низкая:* человек ведет малоподвижный образ жизни, большую часть времени проводит сидя. Он не занимается спортом и редко ходит пешком.

2. *Средняя:* человек регулярно ходит пешком, ездит на велосипеде, плавает, танцует или занимается спортом один-два раза в неделю.

3. *Высокая:* человек активно занимается спортом несколько раз в неделю или его работа связана с тяжелым физическим трудом.

Понятие «когнитивные функции» популярно в психологии и нейронауке при описании различных аспектов познавательной деятельности человека. Когнитивные функции – это сложные психические процессы, которые включают внимание, память, речь, восприятие, мышление и другие интеллектуальные способности. Они обеспечивают рациональное познание окружающего мира и адаптацию к нему. Существует множество классификаций когнитивных функций, например, по типу познавательной деятельности. В этом случае выделяются функции восприятия, внимания, памяти, мышления и речи. *Функция восприятия* включает в себя способность воспринимать и интерпретировать информацию из внешней среды с помощью органов чувств. *Функция внимания* отвечает за фокусировку на конкретной информации и подавление ненужных отвлекающих сигналов. *Память* включает в себя способность запоминать, хранить и восстанавливать информацию. *Функция мышления* отвечает за способность обрабатывать информацию, анализировать ее, создавать концепции и решать проблемы. *Речь* является способом выражения мыслей и коммуникации с другими людьми. Физическая активность является одним из ключевых факторов, способствующих поддержанию и улучшению когнитивных функций.

Способы улучшения когнитивных функций с помощью физической активности интересуют ученых разных стран. Существующие исследования позволяют выделить несколько сфер влияния физической активности на когнитивные функции: укрепление сер-



дечно-сосудистой системы и улучшение кровоснабжения мозга, нормализация инсулиновой регуляции, снижение стресса и воспаления, стимуляция нейрогенеза – процесса образования новых нейронов в головном мозге и нейропластичности – способности мозга изменять свою структуру и функцию [0].

Состояние сердечно-сосудистой системы связано с работой мозга, она отвечает за доставку кислорода и питательных веществ к клеткам мозга, за удаление продуктов обмена веществ. Кислород и глюкоза, которые доставляются кровью, являются основным источником энергии для клеток мозга. При нарушении кровоснабжения мозга клетки испытывают недостаток этих веществ, что может привести к ухудшению функций мозга. Сердечно-сосудистая система участвует в регуляции внутричерепного давления, повышение которого может привести к головной боли и другим симптомам. Также сердечно-сосудистая система играет значимую роль в терморегуляции мозга, чувствительного к перегреву. Физическая активность расширяет и укрепляет стенки сосудов, повышает их гибкость и уменьшает риск развития атеросклероза. У людей с низким уровнем физической активности увеличиваются риски развития артериальной гипертензии, сердечной недостаточности, кардиоваскулярных заболеваний и других серьезных состояний [0]. Регулярные физические нагрузки различной интенсивности влияют на сердечно-сосудистую систему в разных направлениях. Нагрузки низкой интенсивности (бег в медленном темпе, утренняя зарядка) укрепляют сердечную мышцу, снижают давление и улучшают кровоснабжение организма, и мозга в частности. Нагрузки средней интенсивности (плавание, бег, прыжки) положительно влияют на кровоснабжение. Физическая активность высокой интенсивности (кроссфит) полезна для сердца, повышает выносливость организма, ускоряет обмен веществ [0]. Игровые виды спорта могут оказывать положительное влияние на когнитивные функции, напрямую стимулируя внимание, память, скорость обработки информации и способность к обучению, а также коммуникативные функции. Причина этого в том, что игровые виды спорта требуют от участников быстрого принятия решений и реакции на изменяющуюся ситуацию, а также эффективную коммуникацию в команде, что способствует развитию названных навыков.

Физическая активность стимулирует выработку эндорфинов, что позволяет справляться со стрессом и депрессией, которые могут негативно влиять на когнитивные функции. Регулярная физическая активность способствует более стабильному настроению, улучшению психического здоровья. Во время бега уровень эндорфинов повышается в два раза [0]. Физическая активность стимулирует процессы нейрогенеза и нейропластичности, напрямую влияя на структуру мозга, увеличивая объем. В исследовании, проведенном Самарским государственным техническим университетом, испытуемые после выполнения физических упражнений проходили тест на запоминание более успешно, что доказывает положительное влияние физической активности на работу механизмов памяти [0]. Однако любые физические нагрузки должны быть адекватными индивидуальным возможностям человека, его физическим возможностям и возрасту.

Некоторые физические нагрузки негативно влияют на состояние мозга и когнитивные функции. Чрезмерные кардио-нагрузки (больше, чем 80 % от максимального пульса) в долгосрочной перспективе негативно влияют на сердечно-сосудистую систему и иммунитет. Клинические исследования доказали, что люди с излишней физической активностью болели чаще и тяжелее тех, кто спортом не занимался [0]. Контактные единоборства также отрицательно влияют на состояние мозга. Травмы головы могут привести к повреждению мозга и ухудшению когнитивных функций. Возможны нарушения памяти, концентрации внимания и способности к обучению.

Для улучшения когнитивных функций с помощью физической активности необходимо следовать определенным рекомендациям.

1. Включать физическую активность в ежедневный режим.
2. Заниматься активностями, которые требуют одновременного использования физических и когнитивных навыков.



Таким образом, активный образ жизни является значимым фактором для поддержания и улучшения когнитивных функций. Физическая активность не только улучшает кровоснабжение мозга, но и стимулирует рост новых связей между нейронами, способствует улучшению настроения и снижению стресса. Помимо этого, она способствует росту новых нейронов, что приводит к улучшению памяти и обучаемости. Учитывая индивидуальные физические особенности человека, можно подобрать ему достаточную физическую нагрузку, которая будет способствовать улучшению когнитивных функций его организма.

#### Библиографический список

1. Всемирная организация здравоохранения. Рекомендации ВОЗ по физической активности и малоподвижному образу жизни. – Женева : ВОЗ, 2020. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cardioc.ru/upload/95/iblock/70c/70c1a0b49ae80903db8438b5cddd6744.pdf>, свободный (дата обращения 04.04.2024).
2. Третьякова, В. Д. Влияние различных видов физической активности на здоровье мозга и когнитивные функции / В. Д. Третьякова // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2022. – Т. 28. – № 4. – С. 25–44. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnyh-vidov-fizicheskoy-aktivnosti-na-zdorovie-mozga-i-kognitivnye-funktsii>, свободный (дата обращения: 04.04.2024).
3. Мирзабеков, Б. Г. Исследование влияния физической активности на здоровье сердечно-сосудистой системы / Б. Г. Мирзабеков // Молодой ученый. – 2023. – № 34 (481). – С. 40–42. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/481/105573/> свободный, (дата обращения: 04.04.2024).
4. Вахтин, В. Е. Влияние спортивных нагрузок различной интенсивности на здоровье сердечно-сосудистой системы / В. Е. Вахтин, М. В. Давыдов, К. А. Шенин, Д. Р. Нестеров // Актуальные исследования. – 2023. – № 31 (161). – С. 71–73. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apni.ru/article/6836-vliyanie-sportivnikh-nagruzok-razlichnoj-inte>, свободный (дата обращения: 04.04.2024).
5. Ишмухаметова, Н. Ф. Влияние спорта на психологическое состояние человека / Н. Ф. Ишмухаметова, С. Н. Ильин // Инновационные результаты исследований в сфере естественных, технических и гуманитарных наук : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 12 ноября 2021 г. : Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2021. – С. 124–127. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apni.ru/article/3151-vliyanie-sporta-na-psikhologicheskoe-sostoyan>, свободный (дата обращения: 05.04.2024).
6. Посашкова, О. Ю. Влияние физических упражнений на мозговую деятельность человека / О. Ю. Посашкова, Ю. И. Завлина // Актуальные исследования. – 2022. – № 42 (121). – С. 152–154. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apni.ru/article/4792-vliyanie-fizicheskikh-uprazhnenij-na-mozgovuyu>, свободный (дата обращения: 05.04.2024).
7. Туманина, Н. В. Формирование здорового образа жизни студентов / Н. В. Туманина // XIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Адаптация учащихся всех ступеней образования в условиях современного образовательного процесса». – Арзамас : АФ ННГУ, 2018. – С. 181–184. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/18067/26.pdf?sequence=1>, свободный (дата обращения: 05.04.2024).

## ПРОБЛЕМЫ РИСКОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Игнатова Нина Юрьевна, д-р филос. наук, доц.  
Дуньков Алексей Игоревич, аспирант  
Рязанов Данил Андреевич, аспирант  
E-mail: n.iu.ignatova@urfe.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Актуальность исследования заключается в том, что искусственный интеллект становится значимой частью различных видов деятельности человека. Развитие ИИ породило как мнимые, так и реальные опасности для человечества. В статье утверждается, что дискурс экзистенциальных рисков, связанных с искусственным интеллектом (далее – ИИ), фокусируется на внезапных, ужасных событиях, вызванных системами ИИ, особенно теми, которые могут превзойти человеческий интеллект. Эти события имеют серьезные последствия, которые осознаются либо как непосредственная экзистенциальная угроза для человечества, либо наносят необратимый ущерб человеческой цивилизации. Однако дискурс экзистенциальных рисков часто игнорирует серьезную возможность того, что риски, связанные с ИИ, будут проявляться постепенно через серию мелких, взаимосвязанных сбоев, постепенно пересекающих критический порог. В статье представление о решающем риске противопоставляется идее накопительного риска. Если концепт решающего риска предполагает путь открытого захвата власти ИИ и выражен в сценарии неконтролируемого сверхинтеллекта, то представление о накопительном риске исходит из другого сценария. Концепт накопительного риска выражается в постепенном накоплении критических угроз ИИ, таких как серьезные уязвимости и системная эрозия экономико-политических структур. Накопительный риск может быть выражен метафорой «лягушки в сметане», когда дополнительные риски ИИ нарастают медленно, разрушая устойчивое развитие, пока пусковое событие не приведет к необратимому коллапсу. Авторы используют системный анализ при описании этих видов экзистенциального риска.

**Ключевые слова.** Искусственный интеллект, экзистенциальный риск, накопительный риск, решающий риск.

Искусственный интеллект (ИИ) – это направление академических исследований не только философов, но инженеров, программистов, лингвистов, психологов и медиков. Если скептицизм философов в отношении реального или возможного влияния ИИ на человечество оправдан только по индуктивным соображениям, то беспокойство ученых иных специальностей порождено определенными расчетами и представлениями о рисках. Экзистенциальные риски – это события, которые приводят к полному уничтожению, либо постоянному и серьезному снижению качества жизни, вызываемым искусственными системами, которые называют общим искусственным интеллектом (*AGI*) и искусственным сверхинтеллектом (*ASI*) [3]. Считается, что *AGI* примерно представляет собой уровень возможностей, равный человеческому интеллекту, тогда как *ASI* превосходит человеческий интеллект в достижении целей.

Долгое время в философском осмыслении ИИ преобладала гипотеза проектирования ИИ по образцу человеческого сознания [6] и наибольшие опасения вызывали представления о всемогуществе ИИ. После прорыва в разработке больших языковых моделей (*LLM*) *Google DeepMind* и *OpenAI* были продемонстрированы потрясающие навыки ИИ в решении математических проблем, проблем в военной сфере, образовании и многом другом [4]. Возникло стремление кодифицировать этические и правовые обязательства создателей больших языковых моделей [2, 9] и различные способы встраивания ИИ в экономику, медицину и т. п.

Дискурс экзистенциальных рисков фокусируется на внезапных, ужасных событиях, вызванных системами ИИ, которые могут достичь или превзойти человеческий интеллект [1]. Риски имеют серьезные последствия, могут привести к вымиранию человечества либо

необратимо нанести вред человеческой цивилизации. Однако этот дискурс часто игнорирует возможность того, что риски, связанные с ИИ, могут проявляться постепенно через серию мелких, но взаимосвязанных сбоев инфраструктуры и инженерных систем.

Обсуждение проблемы потенциальных рисков ИИ исторически связано с деятельностью философов Элиезера Юджовски, Ника Бострома и физика Макса Тегмарка. Долгое время обсуждался вопрос различия между разными когнитивными архитектурами ИИ, поскольку считалось, что использование когнитивных систем, находящихся за пределами человеческого видового «когнитивного пространства», поставит под угрозу выживание человечества. Речь шла о различии между естественно возникшим человеческим ментальным механизмом, где генерация теоретических концептов ограничена эволюционной историей, и нечеловеческим интеллектом, который способен создать неизвестные человечеству концепты и контент. Н. Бостром обозначил две серьезные проблемы искусственного интеллекта: стремление к самосохранению и возможность выполнять любое количество целей (в т. ч. негативные) одновременно. Он был убежден, что ИИ стремится к самосохранению, поэтому в случае неправильно расставленных приоритетов может рассматривать всех людей как источник опасности. Для предотвращения катастроф такого рода Бостром предлагал ограничить контакты интеллектуальной системы с внешним миром и контролировать ее поведение [1, с. 496]. Тегмарк М. утверждал, что риски ИИ возникают не из-за недоброжелательности или сознательного поведения как таковых, а из-за несовпадения целей ИИ с целями людей, поэтому настаивал на тотальном контроле ИИ [10].

Обычно термин «риск» определяется количественно с точки зрения вероятности и возможных последствий. В настоящее время разработчики ПО и инженеры используют как качественные, так и количественные методы оценки риска ИИ, которые дают качественную информацию, а также имеют ограничения по критериям. Количественные методы оценки риска ИИ требуют использования статистических моделей и анализа субъективной вероятности. Этот подход ценен тем, что представляет собой структурированный способ оценки риска. Однако он сталкивается с ограничениями из-за зависимости от имеющихся данных, которые могут быть скудными или ненадежными в ситуации беспрецедентных рисков, а также из-за сложности выражения экзистенциальных угроз в числовых показателях [8]. Качественные методы включают в себя нечисловой анализ, например, интервью с экспертами и этические дискуссии. Этот подход интересен возможностью изучения тонких и сложных аспектов риска ИИ, особенно там, где эмпирических данных недостаточно. Однако ему не хватает числовой точности. Именно такой подход применяется в настоящее время в компании *Google DeepMind*, а также для оценки перспективных угроз применения ИИ в военных целях [7].

В настоящее время большинство исследователей выделяют два вида экзистенциальных рисков: накопительный и решающий. Накопительный риск ИИ оценивает постепенное накопление критических угроз, вызванных искусственным интеллектом, вплоть до серьезной уязвимости и системной эрозии экономико-политических структур. Представление о накопительном риске может быть выражено метафорой «лягушки в сметане», когда устойчивость человеческого общества разрушается медленно и внешне незаметно, пока пусковое событие не приведет к необратимому коллапсу. В отличие от накопительного риска, решающий экзистенциальный риск указывает критическую точку развития ИИ и часто именуется экзистенциальной катастрофой [5].

Кроме накопительного и решающего риска ИИ в исследовательской литературе обсуждаются социальные риски. Социальные риски ИИ связаны с отсутствием подотчетности и прозрачности в отношении ИИ, несправедливостью и неправомерной предвзятостью в прогнозах ИИ, риском усиления дезинформации, создаваемой ИИ, угрозой частной и групповой конфиденциальности, злонамеренным и двойным использованием ИИ и системными рисками, влияющими на политическую, экономическую и экологическую стабильность [8]. Обычно экзистенциальные и социальные риски разграничиваются по масштабу риска и серьезности причинения вреда одному или всем, включая будущие поколения [1].

Установление критического порога социальных рисков ИИ требует детального подхода, учитывающего различные факторы, включая анализ потенциального воздействия и вероятности рисков ИИ, с помощью как количественных, так и качественных методов, исторические прецеденты и тенденции в развитии ИИ, понимание того, как риски достигали критических точек в прошлом, экспертный консенсус (сбор разнообразных профессиональных точек зрения в области ИИ, этики и оценки рисков для обеспечения всестороннего понимания потенциальных рисков) и динамический мониторинг, что предполагает регулярное обновление порогового значения с целью отражения новых событий и социальных сдвигов для поддержания его актуальности и эффективности. Оценка значения критических порогов выходит за рамки данной статьи и является предметом другого исследования.

Существует заметный пробел в изучении взаимосвязи между экзистенциальными рисками и развитием этических проблем. Именно поэтому инженер, создавая любое техническое изделие, должен соблюдать этические принципы. При выполнении профессиональных обязанностей необходимо ставить на первое место безопасность, здоровье и благополучие граждан, а решения, предполагающие учет этических последствий применения ИИ, должны приниматься коллегиально. Мы считаем, что государственный контроль может лишь ограничить количество эксплуатируемых интеллектуальных систем, но не может повлиять на появление новых технологий, связанных с ИИ. Необходимы инженерные решения, например, позволяющие учитывать так называемые накопительные риски ИИ.

#### Библиографический список

1. Бостром, Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии / Н. Бостром. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 496 с. – ISBN: 978-5-00057-810-0.
2. ГОСТ Р 70949–2023. Технологии искусственного интеллекта в образовании. Применение искусственного интеллекта в научно-исследовательской деятельности. Варианты использования. – Введен 01.01.2024. – Москва : Изд-во стандартов, 2018. – 11 с.
3. Bostrom, N. Existential Risk Prevention as Global Priority / N. Bostrom. – *Global Policy*. – 2013. – Т. 4. – Р. 1 DOI: 10.1111/1758-5899.12002.
4. Bubeck, S. Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with GPT-4 / S. Bubeck, V. Chandrasekaran et al. – URL: <https://arxiv.org/abs/2303.12712> (дата обращения: 20.04.2024).
5. Bucknall, B., Dori-Nacohen S. Current and near-term AI as a potential existential risk factor / B. Bucknall, S. Dori-Nacohen // *Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*. – 2022. – Р. 119–129. – <https://doi.org/10.1145/3514094.3534146>
6. Churchland P. What is Neurophilosophy and How Did Neurophilosophy Get Started? / P. Churchland // *Journal of NeuroPhilosophy*, 2022. – Т. 1(1). – Р. 1–22.
7. Gilbert N. NATO is boosting AI and climate research as scientific diplomacy remains on ice. *Nature*, Apr 25, 2024. – DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-024-01052-1>.
8. Kasirzadeh A. Two Types of AI Existential Risk: Decisive and Accumulative / A. Kasirzadeh. – URL: <https://arxiv.org/abs/2401.07836> (дата обращения: 27.04.24).
9. Pause Giant AI Experiments: An Open Letter. – URL: <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/> (дата обращения: 28.04.2024).
10. Tegmark, M. *Life 3.0: being human in the age of artificial intelligence* / M. Tegmark. – New York : Knopf, 2017. – ISBN 9781101946596.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VR И AR-ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Качилов Сергей Евгеньевич  
Путилова Евгения Анатольевна, канд. филос. наук, доц.  
E-mail: e.a.putilova@urfu.ru

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В статье проведен анализ использования технологий виртуальной и дополненной реальностей (VR и AR) в сфере здравоохранения. Продемонстрированы различия между технологиями виртуальной и дополненной реальностей. Выделены основные способы использования VR и AR-технологий в сфере здравоохранения. Авторы приводят практические примеры использования современных технологий в сфере здравоохранения, выделяя их положительные стороны и возможности дальнейшего развития и применения в медицине.

**Ключевые слова.** VR (*Virtual reality*), AR (*Augmented reality*), здравоохранение.

Виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR) – это инновационные технологии, проникающие в различные сферы современной жизни, включая здравоохранение. В последние годы технологии виртуальной и дополненной реальностей стали популярными инструментами для повышения качества медицинской помощи, обучения медицинского персонала, а также в сфере психотерапии и физической реабилитации. Одна из главных причин распространения этих технологий в медицине заключается в их способности создавать иммерсивную среду, которая может помочь пациентам снизить боль, стресс и тревожность. Например, использование VR-очков позволяет людям с ожогами или хронической болезнью переключить внимание со своего состояния на отвлеченные моменты. AR-технологии также могут быть полезными для повышения эффективности операций и процедур, предоставляя хирургам дополнительную информацию о состоянии пациента или точном местоположении опухолей.

*Virtual reality* – это комплексная технология, позволяющая перенести человека в иммерсивный виртуальный мир при использовании специализированных устройств (шлемов виртуальной реальности) [1]. Виртуальная реальность позволяет обеспечить полное погружение в компьютерную среду, окружающую пользователя и реагирующую на его действия естественным образом. Виртуальная реальность конструирует новый искусственный мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие. Человек может взаимодействовать с трехмерной компьютеризированной средой, а также манипулировать объектами или выполнять конкретные задачи. В своей простейшей форме виртуальная реальность включает 360-градусные изображения или видео. Достижение эффекта полного погружения в виртуальную реальность до уровня, когда пользователь не может отличить визуализацию от реальной обстановки, является задачей развития технологии [1].

*Augmented reality* – технология, позволяющая интегрировать информацию с объектами реального мира в форме текста, компьютерной графики, аудио и иных представлений в режиме реального времени. Информация предоставляется пользователю с использованием *heads-up display* (индикатор на лобовом стекле), очков или шлемов дополненной реальности (HMD) или иной формы проецирования графики для человека (смартфон или проекционный видеомэппинг). Технология дополненной реальности позволяет расширить пользовательское взаимодействие с окружающей средой [2].

Технологии виртуальной и дополненной реальностей демонстрируют значительный прогресс в здравоохранении. Например, данные технологии помогают людям в борьбе с

разными фобиями, которые можно спроецировать на гарнитуру виртуальной или дополненной реальности. Данную технологию используют и для реабилитации после ампутации частей тела. Так *MindMaze* использовал VR-технологию для помощи пациентам, потерявшим конечности, в их попытках справиться с фантомной болью в конечностях. Технология используется и при дистанционном оперировании. Например, Шанхайская больница Жуйцзинь успешно использовала технологию виртуальной реальности для трансляции 3D-лапароскопической операции в прямом эфире в 2016 г., что ознаменовало возможность операций виртуальной реальности в реальном времени. Стало возможным обучиться технике операции любой сложности удаленно с помощью гарнитуры виртуальной или дополненной реальности. Таким образом, внедрение VR и AR-технологий будет способствовать повышению качества медицинского обслуживания, в т. ч. в отдаленных регионах страны, и обеспечению максимальной работоспособности населения. Медики получают образование только очно, однако внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности способно повысить уровень и качество образования, предоставляя врачам возможность наблюдения за специалистами высокого уровня, находящихся в любой точке мира, а также возможность совместных виртуальных операций, позволяет создавать эффект присутствия. Все вышесказанное позволяет улучшить качество медицинского образования, практических навыков специалистов, предоставляя им возможность совершенствовать свои навыки в любой точке мира.

Применение технологий виртуальной реальности помогает при восстановлении и корректировке зрения, при мониторинге состояния глаз. В исследовании «*Virtual Interactive Environment for Low-Cost Treatment of Mechanical Strabismus and Amblyopia*» представлена методика на базе использования виртуальных технологий, которая позволяет использовать виртуальную среду при лечении пациентов с косоглазием и амблиопией. Представленный метод был протестирован у мужчин и женщин в возрасте от 8 до 39 лет и показал эффективность в 97 % [3]. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в сфере здравоохранения имеет значительный потенциал в обучении медицинского персонала. Виртуальная и дополненная реальности создают уникальные и реалистичные ситуации, которые позволят студентам и врачам практиковать особенно сложные и опасные процедуры, минимизируя риски для пациентов. С помощью технологий виртуальной и дополненной реальности студенты-медики могут тренироваться в проведении хирургических операций, подробно изучать анатомию человеческого тела, развивать навыки коммуникации с пациентами. Эти технологии также помогают врачам в совершенствовании своих навыков и повышении квалификации в случаях, когда практика на реальных пациентах ограничена или недоступна. Использование технологий виртуальной и дополненной реальности в обучении медицинских профессионалов обеспечивает интерактивность и индивидуальный подход в медицинском образовании, что улучшает усвоение материала и повышает эффективность обучения. Таким образом, технологии виртуальной и дополненной реальности становятся важным инструментом в процессе развития и совершенствования навыков медицинских работников [4]. Технологии виртуальной и дополненной реальности уже сейчас применяются в здравоохранении, помогая медикам предоставлять более качественные услуги и эффективнее заботиться о здоровье пациентов. VR и AR-технологии дают области здравоохранения существенно большие возможности развития и модернизации.

#### Библиографический список

1. Калинин, В. А. Использование VR и AR-технологий в сфере архитектуры, дизайна и строительства / В. А. Калинин, Е. А. Путилова // Молодежь и наука : Материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов. – Нижний Тагил, 2023. – С. 208–210.

2. Тарасенко, Е. А. Виртуальная медицина: основные тенденции применения технологий дополненной и виртуальной реальности в здравоохранении / Е. А. Тарасенко, М. Я. Эйгель / Врач и информационные технологии. – 2021. – № 2. – С. 46–59. – DOI: 1025881/18110193\_2021\_2\_46.

3. Николаев, В. А. Использование технологий виртуальной реальности в рамках развития системы образования и общественного здравоохранения при переходе к модели персонализированной медицины / В. А. Николаев // Уральский медицинский журнал. – 2020. – № 12 (195). – С. 149–156. – DOI 10.25694/URMJ.2020.12.28.

4. Джабраилов, З. А. VR/AR-технологии и их применение / З. А. Джабраилов, И. А. Магомедов, А. М. Багов // Педагогический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 2А. – С. 166–171. – DOI: 10.34670/AR.2021.84.29.023.



## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ

Клевцова Анастасия Сергеевна, ученица 10 класса  
Замота Татьяна Георгиевна, учитель математики  
E-mail: [anastasia.klevtsova16@yandex.ru](mailto:anastasia.klevtsova16@yandex.ru)

МБОУ «Лицей № 6 им М. А. Булатова»  
г. Курск, РФ

**Аннотация.** В работе рассмотрены математические методы и модели, применяемые на этапе бизнес-планирования деятельности хозяйственного субъекта, а также анализа его хозяйственной деятельности при принятии решений в условиях нестабильности экономических процессов. Приведены математические инструменты, используемые в менеджменте и маркетинге, позволяющие управлять бизнес-процессами и прогнозировать деятельность компании под влиянием изменений внешней и внутренней среды бизнеса. Рассмотрена простейшая структура бизнес-плана и его содержание. Описаны математические модели чаще всего применяемые в результате анализа бизнес-процессов.

**Ключевые слова.** Бизнес, модели, экономический анализ, бизнес-процессы, математические методы

Бизнес-планирование, являясь неотъемлемой частью любого бизнеса, направлено на определение целей любой компании и путей реализации поставленных задач перед предпринимателем путем разработки намеченных программ, корректируемых в процессе реализации бизнес-идеи под влиянием внешней и внутренней экономической среды.

Рассмотрим обобщенную структуру бизнес-плана, которая может быть использована при разработке бизнес-стратегии предпринимателя. Как правило, бизнес-план состоит из 8 основных разделов. В первом разделе описывается компания, ее учредители, менеджмент, достижения. Во втором разделе описывается товар или услуга, производимая предпринимателем, ее уникальные качества и конкурентоспособность. Третий раздел описывает маркетинговые исследования рынка. Именно этот раздел в большей степени применяет различные методы и модели при анализе рынка. В четвертом разделе описывается производственный процесс, оборудование, ресурсы. Математические расчеты используются при калькуляции себестоимости продукции/услуги, а также различные математические методы для анализа бизнес-процесса. Пятый раздел планирования включает в себя организационную составляющую. Так, в нем рассматривается команда, реализующая бизнес-идею, график работ, варианты финансирования. Шестой раздел состоит из финансового плана, который подробно раскрывает доходы и расходы бизнеса, а также инвестиции, налоги и прочие финансовые инструменты. Седьмой раздел, как правило, состоит из расчета показателей эффективности, таких как IRR, NPV и других основных и дополнительных показателей эффективности проекта. В заключении рассматривается анализ рисков и точка безубыточности, а также варианты дальнейшего развития проекта.

Основополагающим моментом продвижения любой бизнес-идеи является рассмотрение бизнес-процессов и моделирование деятельности организации с использованием математических методов (рис. 1).





Рис. 1. Математические методы, используемые в бизнес-процессах

Представленные математические методы используются при рассмотрении математических моделей бизнеса. Как правило, при использовании математических методов применяются математические формулы и выражения, позволяющие приближенно описать определенные явления или процесс для моделирования исследуемой ситуации и принятия управленческих решений. Математический язык более полно может описывать сложные структуры, которые не могут раскрыть другие методы.

Стоит также отметить, что математическое моделирование является научно обоснованным результатом при выявлении различных параметров изучаемого процесса и дает возможность количественного описания деятельности хозяйственного субъекта. Говоря о теоретической части математического моделирования, она рассматривается с точки зрения научного подхода и позволяет делать прогнозные расчеты. В то же время практическая часть приближает результаты исследования к реальным результатам с учетом рисков и иных факторов, влияющих на деятельность субъекта бизнеса.

Стоит также отметить, что при построении математических моделей бизнес-процессов необходимо применять поэтапный подход моделирования. Первоначально ставится цель используемой модели, а только потом рассматриваются свойства данной модели с полным анализом факторов, которые могут влиять или остаются неизменными в данном бизнес-процессе. Факторы, влияющие на процесс, исследуются с точки зрения глубины влияния и функционального воздействия друг на друга.

Математические модели бизнеса эффективно используются на этапе стратегического планирования бизнес-процессов любой компании, описывая каждое событие математическим языком и повышая эффективность бизнеса, снижая при этом затраты хозяйственного субъекта и создавая общее поле для взаимодействия всех подразделений компании.

Среди наиболее часто используемых инструментов математического моделирования используются статистические расчеты и индексы, которые позволяют сопоставлять данные за различные отчетные периоды для принятия управленческих решений.

Еще один часто используемый инструментариум математики – теория вероятности. Она дает возможность просчитывать вероятность наступления тех или иных событий под влиянием отдельных факторов при прочих равных условиях. Особенностью данной модели является поиск оптимального варианта решения поставленных задач с учетом постоянно меняющихся факторных воздействий в непостоянной экономической среде.

Смешанная модель, основанная на двух вышеперечисленных методах, получила название статистико-вероятностная модель. Она позволяет аккумулировать статистические данные и прогнозировать вероятности наступления тех или иных событий с учетом вероятностной выборки из массива данных с наиболее точными результатами.

Таким образом, в значительной степени применение математических инструментов используется для расчета показателей различных разделов бизнес-плана и позволяет спрогнозировать деятельность компании, учитывая влияние различных внешних и внутренних рисков, возникающих в бизнес-процессах.

#### Библиографический список

1. Клевцов, С. М. Моделирование устойчивого развития предприятий и его воздействие на экономику России в целом / С. М. Клевцов, И. Н. Доренская, А. С. Тевяшова // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. – 2018. – № 1. – С. 71–75.
2. Клевцов, С. М. Методы анализа финансового состояния и принятие управленческих решений на предприятии / С. М. Клевцов, А. С. Тевяшова // Научный журнал Дискурс. – 2018. – № 1. – С. 242.
3. Экономические и финансовые технологии: методология, теория и практика / И. Г. Акчурина, Н. А. Анпилогова, Н. В. Баранова [и др.]. – Т. 1. – Воронеж. – 2014.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОЛЕЙБОЛЬНОГО МЯЧА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Пепельшев<sup>1</sup> Дмитрий Игоревич, аспирант  
Воробьев<sup>2</sup> Данил Алексеевич, студент  
E-mail: [dmitry.pepelyshev@urfu.ru](mailto:dmitry.pepelyshev@urfu.ru)

1 – Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина  
г. Екатеринбург, РФ  
2 – НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** В данной научной статье рассматривается разработка системы компьютерного зрения с использованием искусственного интеллекта для визуального выделения волейбольного мяча на видеозаписях. Предложенный подход основан на использовании современных методов обработки изображений и глубокого обучения, что позволяет автоматически и точно определять положение мяча в реальном времени. Разработанная система имеет широкий потенциал применения в спортивной аналитике, тренировочном процессе и трансляциях волейбольных соревнований. Эффективное выделение волейбольного мяча на видео позволяет проводить более точный анализ игровых ситуаций, отслеживать движения игроков и оценивать их тактику, что способствует улучшению профессиональной подготовки и повышению качества спортивных трансляций. Предложенная система представляет собой значимый вклад в развитие технологий компьютерного зрения и спортивной аналитики. Во время разработки системы визуального выделения волейбольного мяча использовалась популярная архитектура сверточной нейронной сети типа *YOLO (You Only Look Once)*. Этот тип нейронных сетей известен своей способностью обнаруживать и классифицировать объекты в реальном времени, что делает его идеальным выбором для анализа видеоматериалов в контексте волейбольных игр. Применение *YOLO* в данном проекте открывает новые возможности для создания эффективной системы визуального выделения волейбольного мяча с использованием искусственного интеллекта.

**Ключевые слова.** Искусственный интеллект, *Object Detection*, компьютерное зрение, волейбол, *YOLO*.

Волейбол – динамичная и быстрая командная игра, где каждое движение и мяч имеют решающее значение. В контексте анализа игровых ситуаций и тренировочного процесса существует потребность в разработке системы, способной автоматически выделять и отслеживать волейбольный мяч на видеозаписях. Данная система обладает потенциалом для эффективного и точного определения положения и траектории мяча в реальном времени, что имеет важное значение для анализа игровых ситуаций, тренировочного процесса, а также спортивных трансляций. Разработка такой системы представляет собой актуальную задачу, объединяющую передовые методы компьютерного зрения и спортивной аналитики, и имеет потенциал для широкого применения в сфере волейбольного спорта.

Для разработки подобной модели визуального выделения волейбольного мяча необходимо выполнить следующие шаги [1]:

- сбор данных для обучения;
- разметка изображений или выделение волейбольного мяча на фотографиях;
- обучение нейронной сети;
- тестирование обученной модели.

В качестве данных для обучения использовались фотографии со спортивных мероприятий по волейболу различного масштаба, а также фотографии из открытых

источников. Часть изображений была взята из альбома соревнований, проходивших в спортивном комплексе «Металлург-Форум» в Нижнем Тагиле. Для обучения нейросети было собрано 150 фотографий с изображением волейбольного мяча и 50 фотографий, на которых мяч отсутствовал. Пример фотографий можно увидеть на рис. 1.



Рис. 1. Пример фотографий для обучения

Следующим этапом в разработке системы стала разметка изображений. Необходимо указать местоположение мяча в прямоугольной области (*Bounding Box*) [3]. Для этой задачи использовалась программа *LabelImg*.

*LabelImg* – это программное обеспечение с открытым исходным кодом, предназначенное для разметки объектов на изображениях с целью подготовки данных для обучения моделей компьютерного зрения. Пример разметки данных можно увидеть на рис. 2.



Рис. 2. Разметка фотографий в *LabelImg*

После подготовки данных было произведено обучение нейронной сети на архитектуре *YOLOv8*. *YOLOv8* (*You Only Look Once version 8*) – это один из самых передовых алгоритмов компьютерного зрения для обнаружения объектов в реальном времени. Он представляет собой сеть глубокого обучения, основанную на идее «одного просмотра» изображения для обнаружения объектов. *YOLOv8* обладает высокой производительностью и точностью, что делает его популярным выбором для различных приложений, включая автоматическое распознавание объектов на видео, системы безопасности, автопилоты и многое другое [2].

Перед обучением набор данных был разделен на 2 части: тренировочный и валидационный в соотношении 80 на 20 соответственно. Данное разделение необходимо для проведения оценки качества обучения [4].

После был запущен этап обучения, на котором были использованы методы аугментации изображений для увеличения объема обучающей выборки. Обучение проводилось на компьютере с *GPU RTX 3070* и длилось 3,5 часа.

После обучения модели была проведена проверка работоспособности на видеофрагменте. Пример видео после обработки можно увидеть на рис. 3.



Рис. 3. Пример обработки изображения нейросетью

Данная научная статья посвящена разработке системы визуального выделения волейбольного мяча с применением искусственного интеллекта (ИИ). Результаты исследования показывают, что использование компьютерного зрения и алгоритмов машинного обучения позволяет создать эффективную систему, способную точно выделять и отслеживать движение волейбольного мяча на видеозаписях. Разработанная система имеет потенциал для широкого применения в спортивных аналитических системах, тренировочных программах, видео арбитраже и других областях.

Дальнейшие исследования и развитие данной системы могут способствовать улучшению качества анализа игры в волейболе, повышению точности видеозаписей соревнований и обогащению спортивного опыта для игроков, тренеров и болельщиков. При этом необходимо уделить внимание оптимизации производительности системы, расширению ее функциональности и адаптации к различным условиям освещения и фоновым эффектам. В целом, разработка системы визуального выделения волейбольного мяча с использованием ИИ открывает перспективные возможности для совершенствования спортивных технологий и улучшения спортивного опыта.

#### Библиографический список

1. Алфимцев, А. Н. Метод обнаружения объекта в видеопотоке в реальном времени / А. Н. Алфимцев, И. И. Лычков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – № 1 (17). – С. 44–55.
2. Никитин, Д. В. Детектирование дорожных знаков на основе нейросетевой модели YOLO / Д. В. Никитин, И. С. Тараненко, А. В. Катаев // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 7 (103). – С. 91–99.
3. Kamarudin, M. K. Object Detection Approach Using Single Shot Multibox Detector for Sprinting Movement Recognition Lecture Notes in Bioengineering / под ред. М. Н. А. Hassan [и др.]. – Singapore: Springer Singapore, 2020. – С. 318–325.
4. Обучающие и тестовые данные | Вводный курс ML [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dmitrymakarov.ru/intro/train-test-13/> (дата обращения: 24.04.2024).



# ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В МОДЕЛИ ДИКЕ С ПОМОЩЬЮ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГОЛЬШТЕЙНА-ПРИМАКОВА

Селиванов Александр Сергеевич, аспирант

E-mail: [iskanderselivanov@mail.ru](mailto:iskanderselivanov@mail.ru)

НИТУ МИСиС

г. Москва, РФ

**Аннотация.** Основной задачей квантовой оптики является изучение взаимодействия света с веществом. Исследования в данной области находят широкое применение в разработке перспективных метаматериалов и квантовых компьютеров. Моделирование вещества сводится к рассмотрению системы двухуровневых атомов, способных взаимодействовать с модой электромагнитной волны в резонансной полости. Реализация подобного приближения находит место в использовании модели Дике. В данной работе был рассмотрен свойственный модели Дике сверхизлучательный фазовый переход с помощью вращающегося представления Гольштейна-Примакова, в котором атомная подсистема представляется в виде коллективных возбуждений спиновых волн. В качестве параметра фазового перехода в сверхизлучательное состояние используется угол поворота спиновой (атомной) подсистемы. В термодинамическом пределе с помощью преобразования Боголюбова было получено представление исходной модели в виде пары связанных гармонических осцилляторов с нефакторизованной волновой функцией основного состояния. В импульсном представлении в пределе нулевой абсолютной температуры получена редуцированная матрица плотности при помощи которой было аналитически обнаружено, что энтропия фон Неймана имеет критический индекс  $\frac{1}{2}$  по отношению к углу поворота и  $\frac{1}{4}$  по отношению к константе связи.

**Ключевые слова.** Фазовые переходы, сверхизлучательное состояние, модель Дике, представление Гольштейна-Примакова, матрица плотности.

Рассмотрим гамильтониан, который описывает взаимодействие  $N$  двухуровневых атомов с резонансной частотой  $\omega_0$  с электромагнитной модой частоты  $\omega$  в резонансной полости. Для изучаемой системы гамильтониан примет следующий вид:

$$\hat{H} = \frac{1}{2}(\hat{p}^2 + \omega^2 \hat{q}^2) + gp\hat{S}^y - \omega_0 \hat{S}^z \quad (1)$$

В уравнении (1) первый член соответствует электромагнитному полю, второй член отвечает взаимодействию атомной и электромагнитной (фотонной) подсистем с константой связи  $g$ , а третий член отвечает атомной подсистеме.

Преобразования Гольштейна-Примакова [1] позволяют рассмотреть подсистему атомов в виде коллективных возбуждений спиновых волн. Вводя стандартно операторы рождения  $\hat{a}^+$  и  $\hat{b}^+$  и уничтожения  $a$  и  $b$  для атомной и электромагнитной подсистем соответственно, мы можем получить следующий гамильтониан в термодинамическом пределе ( $N \rightarrow \infty$ ):

$$H = \omega \left( \hat{a}^+ \hat{a} + \frac{1}{2} \right) - \omega_0 (S - \hat{b}^+ \hat{b}) - \frac{g\sqrt{S\omega}}{2} (\hat{a}^+ - \hat{a})(\hat{b}^+ - \hat{b}) \quad (2)$$

где  $S$  – суммарный спин атомной подсистемы.

Данный гамильтониан представляет собой систему из сцепленных осцилляторов. При помощи преобразования Боголюбова [2] исходные операторы координат и импульсов (или соответствующие им операторы рождения и уничтожения) преобразуются с помощью

матрицы поворота. При использовании данного преобразования, можно перейти к системе независимых осцилляторов (квазичастиц) с соответствующими нормальными частотами:

$$2\varepsilon_{1,2}^2 = \omega_0^2 + \omega^2 \pm \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2 g^2 S \omega_0^2} \quad (3)$$

Из (3) видно, что при определенном значении  $gS$  одна из частот станет мнимой величиной: в системе произойдет фазовый переход в сверхизлучательное состояние. Для описания перехода в сверхизлучательное состояние рассматривается сдвиг операторов рождения и уничтожения фотонной части на некоторую величину  $\sqrt{\alpha}$  и переход к новым операторам следующим образом:

$$\hat{a}^+ = \hat{c}^+ \pm i\sqrt{\alpha} \quad (4)$$

Преобразования для оператора уничтожения получаются комплексным сопряжением (4).

Для описания сверхизлучательного состояния атомной подсистемы применим поворот операторов спинов, записанных в исходной форме (1) при помощи матрицы поворота на угол  $\theta$  следующим образом [3]:

$$\begin{pmatrix} \hat{S}^y \\ \hat{S}^z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{J}^y \\ \hat{J}^z \end{pmatrix} \quad (5)$$

Матричное соотношение (5) представляет собой стандартную процедуру перехода от старых операторов спина  $\hat{S}^\alpha$  к новым операторам  $\hat{J}^\alpha$  ( $\alpha = y, z$ ). Произведя преобразование спиновых операторов (4) и возвращаясь к операторам рождения и уничтожения по аналогии с гамильтонианом (2), мы получаем гамильтониан с учетом вращающегося представления Гольштейна-Примакова. После диагонализации которого имеем выражения для нормальных частот:

$$2\varepsilon_{1,2}^2 = \frac{\omega_0^2}{\cos^2 \theta} + \omega^2 \pm \sqrt{\left(\frac{\omega_0^2}{\cos^2 \theta} - \omega^2\right)^2 + 4\omega^2 \omega_0^2} \quad (6)$$

Поворот операторов спина на угол  $\theta$  позволяет описать сверхизлучательное состояние системы.

В диагональном виде с нормальными частотами  $\varepsilon_{1,2}$  гамильтониан системы примет вид, который соответствует двум независимым гармоническим осцилляторам с нормальными частотами (7):

$$\hat{H} = \varepsilon_1 \left( \hat{e}_1^+ \hat{e}_1 + \frac{1}{2} \right) + \varepsilon_2 \left( \hat{e}_2^+ \hat{e}_2 + \frac{1}{2} \right) \quad (7)$$

где  $\hat{e}_k^+$  и  $\hat{e}_k$  – операторы рождения и уничтожения в диагональной форме ( $k = 1, 2$ ).

Полученный гамильтониан (7) позволяет легко получить волновые функции в сверхизлучательном состоянии в виде произведений волновых функций каждого из осцилляторов. В импульсном представлении волновые функции имеют вид

$$\Psi = \left( \frac{1}{\pi^2 \varepsilon_1 \varepsilon_2} \right)^{1/4} \exp\left(-\frac{p_1^2}{2}\right) \exp\left(-\frac{p_2^2}{2}\right). \quad (8)$$

Произведя обратное преобразование Боголюбова, мы можем перейти к исходным координатам  $x, y$  и импульсам  $p_x, p_y$ , отвечающих каждой подсистеме. При помощи волновой функции (8) мы можем вычислить редуцированную матрицу плотности как:

$$\rho(p_x, p_x') = C \int e^{-\frac{p_y^2}{L^2}} \Psi^*(p_x, p_y) \Psi(p_x', p_y) dp_y, \quad (9)$$

где  $C$  – нормировочная константа.

Полученная матрица плотности (9) позволяет вычислить энтропию фон Неймана для данной системы:

$$S = -\int \rho \log_2 \rho dp_x. \quad (10)$$

В пределе малых углов  $\theta$  мы можем получить следующую асимптотику для интеграла (10):

$$S \propto -v \log_2 \theta. \quad (11)$$

Она описывает логарифмическую расходимость энтропии в области фазового перехода в сверхизлучательное состояние с критическим индексом  $\nu = 1/2$  для угла  $\theta$ . Сравнивая с результатами работы [3], можно получить вдвое большее значение по другому параметру порядка – константе связи.

Таким образом, вращающееся представление Гольштейна-Примакова позволяет адекватно описать фазовый переход в сверхизлучательное состояние для данной системы.

#### Библиографический список

1. Holstein T., Primakoff H. Phys. – Rev. 58, 1098 (1949).
2. Neil Lambert. Entanglement and the Phase Transition in Single-Mode Superradiance/ Clive Emary, Tobias Brandes // Physical review letters. – 073602-1 (2004).
3. Mukhin, S. I. First-order dipolar transition in the Dicke model with infinitely coordinated frustrating interaction / N. V. Gnezdilov // Physical review A. 97, 053809 (2018).



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «УМНОГО ТЕРМОСТАТА»

Сидоров Дмитрий Олегович, магистрант  
Сидоров Олег Юрьевич, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: [sidorov-ou-62@yandex.ru](mailto:sidorov-ou-62@yandex.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Важное место в системах управления и контроля «умным домом» занимает система энергообеспечения и энергосбережения. Контроль и управление температурным режимом в помещении «умного дома» можно осуществить, только применяя эффективное программное обеспечение, в основе которого лежит надежная математическая модель. При этом программное и техническое обеспечение должно позволять работать в режиме реального времени и уметь подстраиваться под меняющиеся условия. Программное обеспечение «умного термостата» должно определять параметры математической модели в процессе функционирования. При этом способность работы программного обеспечения должна сохраняться при любых наблюдаемых в реальности температурных режимах. В работе предлагается схема определения параметров математической модели «умного термостата» для управления температурным режимом в помещении. Модель включает две составляющие: уравнение теплообмена среды внутри помещения и ПИД-регулятор. Построенная математическая модель «умного термостата» является аналитической с двумя параметрами, требующими определение в условиях изменяющегося теплообмена. Предлагается использовать метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений для определения параметров «умного термостата». Расчетная зависимость  $T(t)$  с найденными параметрами практически сливается с зависимостью  $T(t)$ , принятой в качестве экспериментальной. Полученные результаты свидетельствуют о применимости предложенного подхода.

**Ключевые слова.** Математическая модель, умный термостат, аналитическое решение, ПИД-регулирование, метод Ньютона

### Введение

Важное место в системах управления и контроля «умным домом» занимает система энергообеспечения и энергосбережения [1, 2]. Контроль и управление температурным режимом в помещении «умного дома» можно осуществить, только применяя эффективное программное обеспечение, в основе которого лежит надежная математическая модель [3]. При этом программное и техническое обеспечение должно позволять работать в режиме реального времени и уметь подстраиваться под меняющиеся условия [3].

В работе предлагается методика оценки параметров математической модели «умного термостата», использующая метод Ньютона. Модель включает две составляющие: 1) уравнение теплообмена среды внутри помещения; 2) ПИД-регулятор. Источники энергии рассматриваются через тепловую мощность, которая затрачивается для увеличения или уменьшения температуры внутри помещения.

Программное обеспечение «умного термостата» должно определять параметры математической модели в процессе функционирования. При этом способность работы программного обеспечения должна сохраняться при любых наблюдаемых в реальности температурных режимах.

### Математическая модель

Изменение температуры внутри помещения с учетом применения ПИД-регулятора может быть представлена системой уравнений

$$\rho V c_p \frac{dT}{dt} = F \cdot C_p (T_0 - T) + \alpha \cdot S \cdot (T_0 - T) + Q \quad , \quad (1)$$

$$\frac{dQ}{dt} = K_{\Pi} \frac{d\varepsilon}{dt} + K_{И} \varepsilon + K_{Д} \frac{d^2\varepsilon}{dt^2} . \quad (2)$$

В уравнении (1) приняты следующие обозначения:  $\rho$  – плотность;  $V$  – объем;  $C_p$  – изобарная массовая теплоемкость;  $F$  – массовая подача вещества с температурой  $T_0$  (в случае жилого помещения – это вентиляция);  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $S$  – площадь внутренней поверхности помещения;  $\varepsilon = T_z - T$  – отклонение текущей температуры  $T$  от заданного значения  $T_z$ ;  $K_{\Pi}$ ,  $K_{И}$ ,  $K_{Д}$  – параметры ПИД-регулятора.

Уравнение (1) описывает тепловой баланс внутри термостата (помещения), а уравнение (2) – ПИД-регулятор.

Совместное решение уравнений (1) и (2) можно осуществить аналитически с применением преобразования Лапласа. В этом случае изображения  $T(p)$  и  $Q(p)$  функций  $T(t)$  и  $Q(t)$  можно получить в виде

$$T(p) = \frac{p \cdot T_0(a+b) + K_{И} C T_z}{p^3(1+K_{Д}C) + p^2(a+b+K_{\Pi}C) + p K_{И} C} .$$

$$Q(p) = \frac{(p T_0(a+b) + K_{И} C T_z)(-K_{Д} p^2 - K_{\Pi} p - K_{И})}{(p^3(1+K_{Д}C) + p^2(a+b+K_{\Pi}C) + p K_{И} C)p} + \frac{K_{И} T_z}{p^2} .$$

$$\text{Здесь } a = \frac{F}{\rho V}; b = \frac{\alpha S}{\rho V c_p}; c = \frac{1}{\rho V c_p} .$$

Расчет оригиналов  $T(t)$  и  $Q(t)$  возможно осуществить с помощью обратного преобразования Лапласа, например, в среде *Mathcad*.

Параметрами модели являются:  $a$  – доля поступающей в термостат среды с температурой  $T_0$ ;  $b$  – вклад в потери тепла через стены, закрытые окна и двери.

Для определения параметров модели можно воспользоваться методом Ньютона решения систем нелинейных уравнений (см., например, [4]). Предлагается использовать следующую схему:

- На текущем временном шаге  $t_0$  в качестве начальной температуры модели «умного термостата» принимаем текущую температуру в помещении и задаем начальные значения параметров  $a$  и  $b$ , а также временной шаг  $\Delta t$ .
- Рассчитаем температуру в помещении по математической модели «умного термостата» для двух моментов времени  $t_1 = t_0 + \Delta t$  и  $t_2 = t_1 + \Delta t$  соответственно  $T_1(t_1, a, b)$  и  $T_2(t_2, a, b)$ .
- Определим две функции  $f_1(a, b) = T_1(t_1, a, b) - T_{\text{экс}}(t_1)$  и  $f_2(a, b) = T_2(t_2, a, b) - T_{\text{экс}}(t_2)$ , в которых  $T_{\text{экс}}(t_1)$  и  $T_{\text{экс}}(t_2)$  – экспериментальные значения температуры в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ .
- Применить метод Ньютона для решения системы уравнений относительно неизвестных  $a$  и  $b$ .

$$f_1(a, b) = T_1(t_1, a, b) - T_{\text{экс}}(t_1) = 0.$$

$$f_2(a, b) = T_2(t_2, a, b) - T_{\text{экс}}(t_2) = 0.$$

Необходимые для реализации метода, частные производные рассчитывались численно.

### Результаты

Для иллюстрации подхода рассмотрим помещение, в котором среда имеет свойства воздуха. Рассчитаем  $T(t)$  и  $Q(t)$  для значений  $a = 0,04$  и  $b = 2,565 \cdot 10^{-3}$ , которые будем использовать в качестве экспериментальных. Применим описанную выше схему с набором начальных значений:  $a = 0,0$  и  $b = 2,565 \cdot 10^{-5}$ . Шаг по времени примем  $\Delta t = 10$  с.

Результаты применения описанного подхода показаны на рис. 1. При этом зависимость  $T(t)$  с найденными параметрами (кривая 2) практически сливается с зависимостью  $T(t)$  (кривая 1), принятой в качестве экспериментальной. Кроме того, показана зависимость  $T(t)$  с начальным набором  $a = 0,0$  и  $b = 2,565 \cdot 10^{-5}$  (кривая 3).

Найденные методом Ньютона значения равны  $a = 0,043$  и  $b = -8,256 \cdot 10^{-5}$ , что заметно отличается от набора  $a = 0,04$  и  $b = 2,565 \cdot 10^{-3}$ , хотя зависимости  $T(t)$  и  $Q(t)$  для этих наборов на рис. 1 практически совпадают (кривые 1 и 2). С точки зрения физики процесса величина  $b = -8,256 \cdot 10^{-5}$  требует доработки. С точки зрения практики результат можно рассматривать как удовлетворительный.

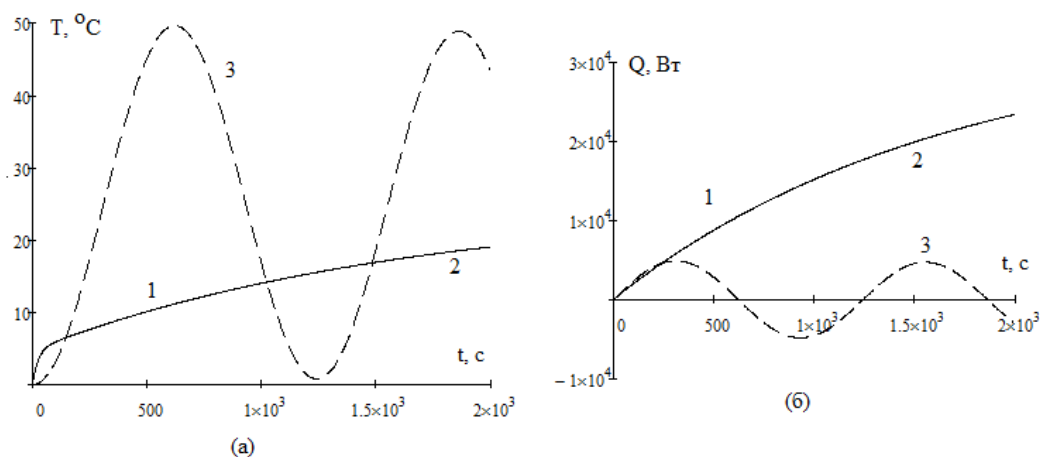


Рис. 1. Результаты вычислений  $T(t)$  (а) и  $Q(t)$  (б).

Кривые 1 и 2 практически совпадают

- 1 –  $T(t)$  и  $Q(t)$ , принятые в качестве экспериментальных;
- 2 –  $T(t)$  и  $Q(t)$  с параметрами, рассчитанными методом Ньютона;
- 3 –  $T(t)$  и  $Q(t)$  с начальными значениями параметров  $a$  и  $b$

## Выводы

1. Предложена вычислительная методика определения параметров математической модели «умного термостата».
2. Полученные результаты возможны для практического использования.

## Библиографический список

1. Ворожеева, Е. Ю. Некоторые характеристики умного дома / Е. Ю. Ворожеева // Современные материалы, техника и технология. Сборник научных статей 9-й международной научно-практической конференции. В 2-х т. Т. 1. – Издательство : Юго-западный государственный университет (Курск) Курск, 28 декабря 2019 г. – С. 102–105.
2. Карницкий, В. Ю. Особенности энергообеспечения системы «умный дом» / В. Ю. Карницкий, С. В. Ершов, А. Ю. Рюмов // Известия тульского государственного университета. Технические науки. – № 12-1. – 2017. – С. 134–140.
3. Muhutdinov, R. M. Temperature forecast algorithm for smart thermostat based on artificial neural network/ R. M. Muhutdinov , S. I. Korolev , V. Goman , O. Y. Sidorov // AIP conference proceedings. 16. ser. «Proceedings of the 16th international conference on industrial manufacturing and metallurgy, ICIMM 2021».– Vol. 2456. – 2022. – P. 030011.
4. Коновалова, Е. И. Численные методы математического анализа : учебное пособие / Е. И. Коновалова, Л. В. Яблокова. – Самара : Издательство Самарского университета. 2022 – 149 с.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Шелковников Денис Владимирович, магистрант  
Буйная Елена Васильевна, канд. наук, доц.  
E-mail: [shelkovnikovdv@kuzstu.ru](mailto:shelkovnikovdv@kuzstu.ru)

КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово, РФ

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу и выявлению проблем в организации разработки информационных систем с использованием методологии *TOGAF*. Организация занимается разработкой сервиса для письма и текста на основе искусственного интеллекта. Целью данной организации является привлечение клиентов на условия подписки автоматизированного сервиса. В статье применяется инструментарий *TOGAF* для анализа бизнес-архитектуры предприятия с целью определения слабых мест и проблемных областей. Особое внимание уделяется анализу процессов разработки программного обеспечения, взаимодействию отделов и распределению ресурсов. Кроме этого, рассматривается бизнес-архитектура предприятия, в которой наблюдается дублирование информации среди сотрудников. На основе полученных результатов предлагаются рекомендации по повышению эффективности работы IT-подразделения. Кроме определения проблем будут приведены возможные решения для предприятия.

**Ключевые слова.** Анализ, выявление проблем, *TOGAF*, бизнес-архитектура, IT предприятие.

В современном мире информационные технологии играют ключевую роль в успехе любой организации. Разработка информационных систем и программного обеспечения является сложным процессом, требующим тщательного планирования, координации и контроля. Однако зачастую в ходе реализации проектов возникают проблемы, которые могут привести к задержкам, превышению бюджета и снижению качества конечного продукта. И таким примером является организация, занимающаяся разработкой сервиса для письма и генерации текста на основе искусственного интеллекта.

Организация занимается разработкой автоматизированного сервиса, который позволяет клиенту исправлять не только орфографические, грамматические, пунктуационные, речевые ошибки, но и более точно излагать мысль в тексте, тем самым помогая повышать доверие к тексту и автору. Продукт успешно разработан, и сейчас ведутся работы по добавлению дополнительных функций, которые придадут индивидуальность продукту. При этом организация столкнулась с проблемами продвижения продукта и разработки дополнительных функций. Сам сервис получает выгоду из системы ежемесячных и годовых подписок.

При выявлении проблем в организации была использована методология *TOGAF* (рис. 1) [1]. Были выявлены возможные решения в виде создания маркетингового отдела. Если взять зарплату одного продуктового маркетолога в 100 000 руб./мес., то благодаря работе, он должен приводить как минимум 4000 клиентов по подписке на месяц или 335 клиентов по подписке на год. При этом клиенты могут повторяться ежемесячно.

Также была проанализирована бизнес-архитектура предприятия (рис. 2), где слева – это текущая бизнес-архитектура предприятия, а справа – возможная замена ей [2]. На левой (текущей) бизнес-архитектуре заметно, что на высшее руководство идет большой поток информации, которая может в следствии дублироваться, при этом нагрузка на *project manager* минимальная вследствие этого. При использовании новой бизнес-архитектуры СОО будет получать только существенные вопросы или проблемы по задачам, а все остальные должен будет решить *project manager*, тем самым уменьшив нагрузку на высшее руководство. При

этом будет решаться основанная проблема – дублирование информации, т. к. первично информация будет поступать *project manager*, который должен будет передать ее советуемому разработчику для устранения проблемы.

Этапы	Подготовка	Фаза А. Архитектурное видение	Фаза В. Бизнес-архитектура	Фаза С. Архитектура ИС	Фаза D. Технологическая архитектура
Содержание	Модель организации представлена на основе отдела «Маркет тех». Модель включает следующие должности: CEO, COO, project manager, разработчик, дизайнер, RND, Data science	<b>Заинтересованные лица:</b> исполнительный директор <b>Драйвер изменений:</b> Средняя нагрузка на разработчиков и высокая на маркетологов <b>Последствия:</b> Финансовые и кадровые потери <b>Ограничение:</b> один маркетолог может оцениваться не более 100к/мес	Основным видом деятельности является разработка автоматизированного сервиса. В него входит: обучение моделей ИИ, разработка сервиса, исследование нововведений и последующее его введение в сервис, при успешной проверке.	Модель данных включает в себя: договоры, сообщения, отчеты. Данные хранятся в основном в электронном виде, договоры - письменном	В техническое обеспечение входит: ПК/ноутбук, принтеры. В программном: ПО для разработки/обучения ИИ, Windows 10/MacOS, Telegram
Этапы	Фаза Е. Возможности и решения	Фаза F. Планирование перехода	Фаза G. Управление преобразованиями	Фаза H. Управление изменениями	
Содержание	Создание маркетингового отдела. Найм маркетологов и SMM, для популяризации сервиса в интернете	Для создания маркетингового отдела необходимо привлечение инвестиций в организацию	Изучить влияние маркетинга на охват пользователей сервиса	Реализовать переход контролируя все процессы для поиска оптимальной стратегии маркетинга относительно сервиса	

Рис. 1. Архитектура предприятия *TOGAF*

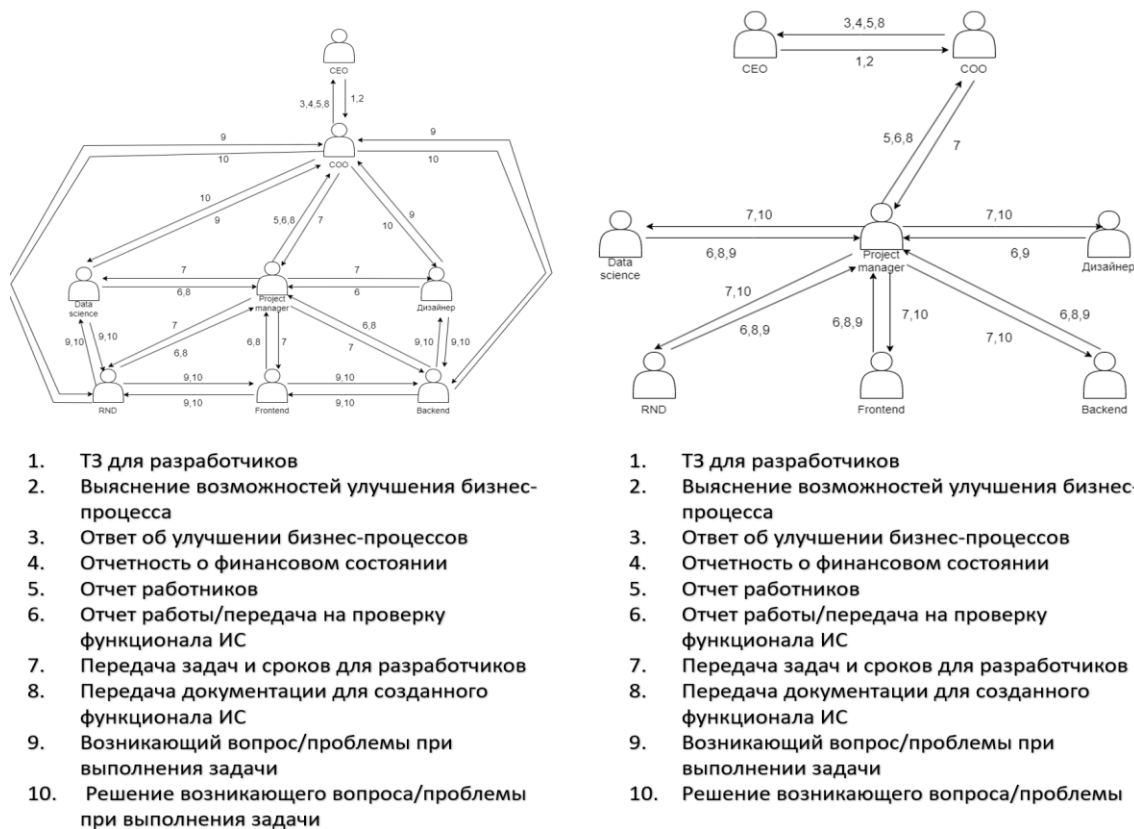


Рис. 2. Текущая бизнес-архитектура предприятия (слева) и замена предыдущей (справа)

В заключении будет подчеркнута важность постоянного мониторинга и анализа организационных процессов для своевременного выявления проблем, что позволит повысить эффективность разработки информационных систем и достижения стратегических целей организации своевременно или даже раньше.

#### Библиографический список

1. Методики описания архитектур : Лекция 8. *TOGAF*/ [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/995/152/lecture/4236?page=7>, свободный (дата обращения: 30.04.2024).
2. Что такое бизнес-архитектура компании? [Электронный ресурс]. – URL: <https://si-launion.ru/articles/chto-takoe-biznes-arkhitektura-kompanii>, свободный (дата обращения 30.04.2024).



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Яковлев Алексей Юрьевич, студент  
E-mail: [lexa.superalex@yandex.ru](mailto:lexa.superalex@yandex.ru)

Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)  
г. Москва, РФ

**Аннотация.** На текущий момент любой современный крупный город состоит из множества коммуникаций, таких как: холодное водоснабжение, горячее водоснабжение, электрические сети, газопроводы, канализации и других. И количество таких инженерных построений в каждом городе с каждым годом увеличивается. Всем этим город должен управлять качественно и достаточно быстро в любое время суток и в любую погоду. Для этого эффективнее всего использовать геоинформационные системы в области инженерных сетей. Они выполняют функции проектирования, моделирования, а также информационной поддержки экспертных оценок и принятия всевозможных решений. Такие системы можно использовать при постройке и эксплуатации городских инженерных сетей, а также есть возможность использовать программу как информационно-справочную систему для консультации инженеров и строителей. Они призваны помочь коммунальным и строительным компаниям и их сотрудникам облегчить и в то же время ускорить и улучшить качество обслуживания инженерных сетей крупных и малых городов и поселков. Примером такой геоинформационной системы для проектирования и эксплуатации различных городских коммуникационных сетей является программа отечественного производства *ZuluGis* (Политерм).

**Ключевые слова.** Водопроводная сеть, гис-технологии, оцифровка водопроводной сети, инженерные ошибки, инженерные изыскания.

Для построения водопроводной сети квартала нам понадобится схема водоснабжения города с геодезическими отметками. Схема водоснабжения – графическое изображение на чертеже сетей и сооружений, а также отдельных устройств водоснабжения. Добавляем эту сеть на карту района (рис. 1).

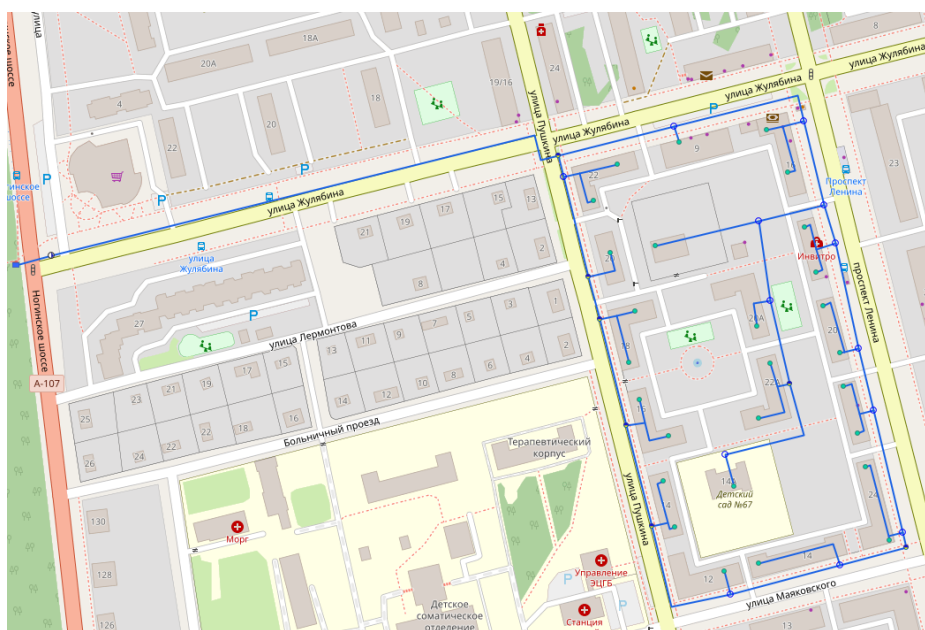


Рис. 1. Схема водопровода района

После переноса схемы в водопроводный слой и заполнения всех необходимых данных в таблицы можно начать поверочный расчет.

Поверочный расчет – это моделирование гидравлического режима работы водопроводной сети. Для этого используется встроенный пакет *ZuluHydro*.

Цель проведения расчета – это нахождение конструктивных ошибок в построении сети. Электронная модель сети позволяет имитировать реальную работающую сеть и создавать режимы, которые в реальной жизни было бы создавать опасно и дорого. Например, можно проверить на гидроудар и провести проверку давления для потребителей. По результатам расчета можно понять, была ли допущена ошибка при построении водопровода (рис. 2).

На основе параметров построенной водопроводной сети программа создает математическую модель и вычисляет инженерные ошибки.

```
Сообщения
ID=14: Давление в узле ниже геодезической отметки на 3.35 м
ID=15: Давление в узле ниже геодезической отметки на 3.72 м
ID=19: Давление в узле ниже геодезической отметки на 6.81 м
ID=20: Давление в узле ниже геодезической отметки на 6.94 м
ID=23: Давление в узле ниже геодезической отметки на 8.95 м
ID=27: Давление в узле ниже геодезической отметки на 9.60 м
ID=28: Давление в узле ниже геодезической отметки на 10.09 м
ID=33: Давление в узле ниже геодезической отметки на 9.57 м
ID=41: Давление в узле ниже геодезической отметки на 16.65 м
ID=43: Давление в узле ниже геодезической отметки на 17.20 м
ID=57: Давление в узле ниже геодезической отметки на 25.41 м
ID=60: Давление в узле ниже геодезической отметки на 25.75 м
ID=64: Давление в узле ниже геодезической отметки на 24.82 м
ID=70: Давление в узле ниже геодезической отметки на 25.41 м
ID=118: Давление в узле ниже геодезической отметки на 24.52 м
ID=126: Давление в узле ниже геодезической отметки на 23.18 м
ID=193: Давление в узле ниже геодезической отметки на 3.91 м
ID=195: Давление в узле ниже геодезической отметки на 3.90 м
Запись результатов по объектам 'Воздушный колпак'
Запись результатов по объектам 'Разрушаемая мембрана'
Запись результатов по объектам 'Насосная станция'
Запись результатов по объектам 'Водопроводный колодец с гидрантом'
ID=116: Давление в узле ниже геодезической отметки на 24.23 м
ID=123: Давление в узле ниже геодезической отметки на 18.65 м
ID=124: Давление в узле ниже геодезической отметки на 24.75 м
Запись результатов по объектам 'Источник водоснабжения'
Запись результатов по объектам 'Участок водопроводной сети'
Предупреждение Z604: ID=17 dH=17.779967 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=21 dH=36.327415 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=24 dH=34.793202 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=30 dH=35.608406 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=31 dH=35.670654 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=35 dH=38.700717 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=45 dH=46.179483 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=47 dH=47.160619 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=62 dH=53.626416 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=66 dH=53.772248 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=72 dH=54.487233 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=74 dH=54.983822 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=116 dH=24.230805 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=120 dH=53.662512 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=121 dH=53.662512 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=123 dH=18.648519 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=124 dH=24.753437 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=128 dH=40.145885 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=197 dH=29.036812 м Недостаточно напора на потребителе!
Предупреждение Z604: ID=198 dH=28.492888 м Недостаточно напора на потребителе!
САМЫЙ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ: ID=74 Нехватка напора: 54.984
Расчет окончен! Время - 00:00:04.40
```

Рис. 2. Проверка построения водопроводной сети

По результатам поверочного расчета можно понять, что допущена конструктивная ошибка, и по этой причине у потребителей не хватает давления.

#### Библиографический список

1. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение / И. Э. Апельцин, Ф. М. Бочев, П. В. Лобачев, С. Л. Рубинштейн. – Москва : Стройздат, 1974.
2. Политерм. Руководство пользователя *ZuluHydro*  
<http://zuluserver.ru/download/zulu/ZuluHydro.pdf>
3. Справочник строителя / Системы и схемы водоснабжения населенных пунктов  
[https://www.baurum.ru/\\_library/?cat=engineworks&id=1475](https://www.baurum.ru/_library/?cat=engineworks&id=1475)



**МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА,  
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ,  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ «УМНОГО ТЕРМОСТАТА»

Сидоров Дмитрий Олегович, магистрант  
Сидоров Олег Юрьевич, д-р техн. наук, проф.  
E-mail: [sidorov-ou-62@yandex.ru](mailto:sidorov-ou-62@yandex.ru)

НТИ (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ

**Аннотация.** Концепция «умного дома» занимает значимую часть обеспечения комфортного существования человека в личном и общественном пространстве. Для этого необходимо наличие высокотехнологичного оборудования с надежными инженерными и информационными технологиями, обеспечивающими контроль и управление всеми системами «умного дома». Важное место в этих системах занимает система энергообеспечения и энергосбережения «умного дома», в частности, контроль температуры в жилом или производственном пространстве. Контроль и управление температурным режимом в помещении можно осуществить только при наличии комплекса надежного программного обеспечения с выверенной на практике математической моделью. Этот комплекс должен отражать характерные черты моделируемой системы; работать в режиме реального времени; уметь подстраиваться под меняющиеся условия теплообмена. В работе предлагается математическая модель управления и контроля температурным режимом в помещении. Модель включает две составляющие: уравнение теплообмена среды внутри помещения и ПИД-регулятор. Построенная математическая модель «умного термостата» допускает аналитическое и численное решения. Аналитическое решение получено с помощью преобразования Лапласа с использованием среды вычислений *Mathcad*. Полученное решение правильно «отрабатывает» изменяющиеся условия теплообмена и возможно для практического применения при реализации «умного термостата».

**Ключевые слова.** Математическое моделирование, умный термостат, аналитическое решение, ПИД-регулирование.

### Введение

Концепция «умного дома» занимает значимую часть обеспечения комфортного существования человека в личном и общественном пространстве [1, 2]. Для этого необходимо наличие высокотехнологичного оборудования с надежными инженерными и информационными технологиями, обеспечивающими контроль и управление всеми системами «умного дома» [2, 3]. Важное место в этих системах занимает система энергообеспечения и энергосбережения «умного дома», в частности, контроль температуры в жилом или производственном пространстве. Контроль и управление температурным режимом в помещении можно осуществить только при наличии комплекса надежного программного обеспечения с выверенной на практике математической моделью. Этот комплекс должен отражать характерные черты моделируемой системы; работать в режиме реального времени; уметь подстраиваться под меняющиеся условия теплообмена [4].

В работе предлагается математическая модель управления и контроля температурным режимом в помещении, допускающая аналитическое решение задачи. Модель включает две составляющих: уравнение теплообмена среды внутри помещения и ПИД-регулятор. Источники энергии рассматриваются через тепловую мощность, которая затрачивается для увеличения или уменьшения температуры внутри помещения.

### Математическая модель

Изменение температуры внутри термостата может быть представлена следующим уравнением теплового баланса

$$\rho V c_p \frac{dT}{dt} = F \cdot c_p (T_0 - T) + \alpha \cdot S \cdot (T_0 - T) + Q \quad (1)$$

В уравнении (1) приняты обозначения:  $\rho$  – плотность;  $V$  – объем;  $C_p$  – изобарная массовая теплоемкость;  $F$  – массовая подача вещества с температурой  $T_0$  (в случае жилого помещения – это вентиляция);  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $S$  – площадь внутренней поверхности помещения (термостата).

В уравнении (1) слагаемое в левой части описывает изменение теплосодержания вещества (воздуха) внутри термостата.

Первое слагаемое в правой части уравнения (1) характеризует изменение теплосодержания за счет поступления вещества с температурой  $T_0$  (температура окружающей среды). Второе слагаемое в правой части характеризует теплообмен с окружающей средой (с температурой  $T_0$ ) через стены помещения. Третье слагаемое в правой части ( $Q$ ) – источники (стоки) тепла за счет нагревательных (охлаждающих) приборов.

Для регулирования температуры внутри термостата применим ПИД-регулятор с регулируемым параметром  $Q$ . Тогда уравнение ПИД-регулятора в дифференциальной форме можно записать в виде

$$\frac{dQ}{dt} = K_{\text{П}} \frac{d\varepsilon}{dt} + K_{\text{И}} \varepsilon + K_{\text{Д}} \frac{d^2\varepsilon}{dt^2},$$

где  $\varepsilon = T_z - T$  – отклонение текущей температуры  $T$  от заданного значения  $T_z$ ;  $K_{\text{П}}$ ,  $K_{\text{И}}$ ,  $K_{\text{Д}}$  – параметры ПИД-регулятора.

С учетом расшифровки  $\varepsilon$  последнее уравнение приобретает вид

$$\frac{dQ}{dt} = -K_{\text{П}} \frac{dT}{dt} + K_{\text{И}}(T_z - T) - K_{\text{Д}} \frac{d^2T}{dt^2}. \quad (2)$$

Совместное решение уравнений (1) и (2) можно провести как аналитическими, так и числительными методами. Для получения аналитического решения применим преобразование Лапласа. Тогда получим следующую систему уравнений:

$$\rho V C_p p \cdot T(p) = F c_p \left( \frac{T_0}{p} - T(p) \right) + \alpha S \left( \frac{T_0}{p} - T(p) \right) + Q(p), \quad (3)$$

$$pQ(p) = -K_{\text{П}} p T(p) + K_{\text{И}} \left( \frac{T_z}{p} - T(p) \right) - K_{\text{Д}} p^2 T(p). \quad (4)$$

Здесь  $T(p)$  и  $Q(p)$  – изображения функций  $T(t)$  и  $Q(t)$ .

Совместное решение уравнений (3)–(4) имеет вид

$$T(p) = \frac{p T_0 (a+b) + K_{\text{И}} c T_z}{p^3 (1+K_{\text{Д}} c) + p^2 (a+b+K_{\text{П}} c) + p K_{\text{И}} c}.$$

$$Q(p) = \frac{(p T_0 (a+b) + K_{\text{И}} c T_z) (-K_{\text{Д}} p^2 - K_{\text{П}} p - K_{\text{И}})}{(p^3 (1+K_{\text{Д}} c) + p^2 (a+b+K_{\text{П}} c) + p K_{\text{И}} c) p} + \frac{K_{\text{И}} T_z}{p^2}.$$

Здесь использованы обозначения  $a = \frac{F}{\rho V}$ ;  $b = \frac{\alpha S}{\rho V c_p}$ ;  $c = \frac{1}{\rho V c_p}$ .

Расчет оригиналов  $T(t)$  и  $Q(t)$  было проведено с помощью обратного преобразования Лапласа с использованием *Mathcad*.

### Результаты

Вычисления проведены в двух подходах: аналитически с использованием преобразования Лапласа и численным интегрированием системы дифференциальных уравнений (1) и (2) в среде *Mathcad*. Результаты вычислений температуры и мощности источников тепла, полученные аналитически и численно, практически совпадают между собой. При практическом использовании преимущество принадлежит аналитической модели, которая обеспечивает предельную точность и скорость вычислений температуры и мощности.

Отдельной задачей является определение параметров модели: величин  $f/V$  и  $\alpha S$ . Программное обеспечение «умного термостата» (ПОУТ) должно определять эти характеристики в процессе функционирования. При этом способность работы ПОУТ должна сохраняться при любых наблюдаемых в реальности температурных режимах. То есть для любых значений  $f/V$  и  $\alpha S$  ПОУТ должно обеспечивать получение заданной температуры в помещении.

На рис. 1 показаны результаты вычислений  $T(t)$  и  $Q(t)$  для трех наборов  $f/V$  и  $\alpha S$  при единичных параметрах ПИД-регулятора. Увеличение  $f/V$  характеризует увеличение проветривания помещения (и наоборот). Увеличение  $\alpha S$  соответствует ухудшению теплоизоляции (и наоборот). В обоих случаях предложенная в работе математическая модель правильно «отрабатывает» изменяющиеся условия теплообмена – увеличивается время нагрева (регулирования) среды (в 2 и более раза) вследствие увеличения потерь тепла. Если рассмотреть задачу с требованием уменьшения времени регулирования, то необходимо изменять параметры ПИД-регулятора (что является отдельной важной задачей) с увеличением потенциала мощности источников тепла.

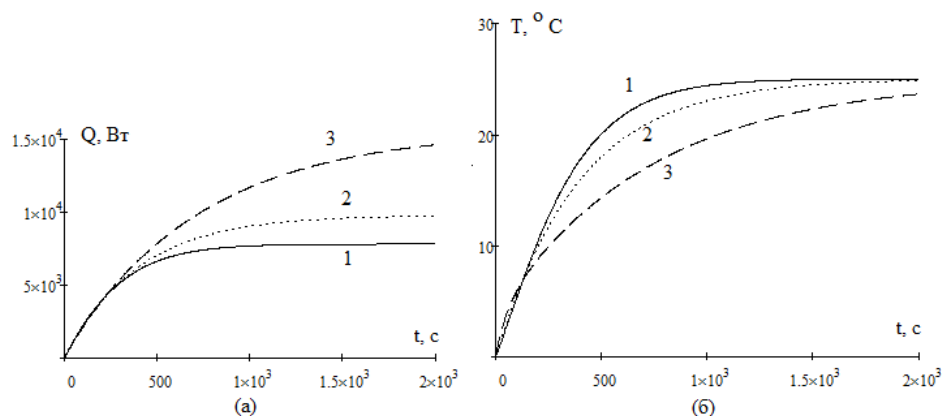


Рис. 1. Результаты вычислений  $Q(t)$  (а) и  $T(t)$  (б) для трех наборов  $f/V$  и  $\alpha S/\rho V c_p$ :  
 1 –  $f/V = 0,01$  и  $\alpha S = 1$ ; 2 –  $f/V = 0,01$  и  $\alpha S = 100$ ; 3 –  $f/V = 0,02$  и  $\alpha S = 1$

## Выводы

1. Построена математическая модель «умного термостата», допускающая аналитическое решение.
2. Полученное решение правильно «отрабатывает» изменяющиеся условия теплообмена и возможно для практического применения.

## Библиографический список

1. Ворожеева, Е. Ю. Некоторые характеристики умного дома / Е. Ю. Ворожеева // Современные материалы, техника и технология. Сборник научных статей 9-й международной научно-практической конференции. – В 2-х т. Т. 1. – Издательство: Юго-западный государственный университет (Курск) Курск, 28 декабря 2019 г. – С. 102–105.
2. Аль-Нами, Б. А. Применение микроконтроллеров для управления системами «умный дом» / Б. А. Аль-Нами, А. А. Медунов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (Апино 2023). Сборник научных статей XII международной научно-технической и научно-методической конференции. – В 4-х т. Т. 2. – Изд-во: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (Санкт-Петербург) Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 марта 2023 г. – С. 177–180.
3. Карницкий, В. Ю. Особенности энергообеспечения системы «умный дом» / В. Ю. Карницкий, С. В. Ершов, А. Ю. Рюмов // Известия тульского государственного университета. Технические науки. – № 12-1. – 2017. – С. 134–140.
4. Muhutdinov, R. M. Temperature forecast algorithm for smart thermostat based on artificial neural network / R. M. Muhutdinov, S. I. Korolev, V. Goman, O. Y. Sidorov // AIP conference proceedings. 16. ser. «Proceedings of the 16th international conference on industrial manufacturing and metallurgy, ICIMM 2021». – Vol. 2456. – 2022. – P. 030011.

*Научное издание*

**МОЛОДЕЖЬ И НАУКА**

Материалы XX международной научно-практической конференции  
старшеклассников, студентов и аспирантов

Допущено к публикации 07.07.2024

Электронный формат – *pdf*

Объем – 18,55 уч.-изд. л.

Ресурсный информационно-образовательный центр  
622031, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 59

Опубликовано на информационном сайте НТИ (филиала) УрФУ

<http://nti.urfu.ru>