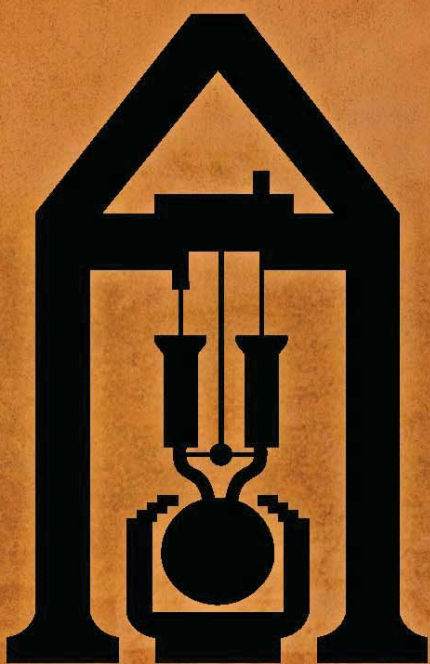




**ПОЛЗУНОВСКИЙ
АЛЬМАНАХ**

ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный
технический университет
им. И. И. Ползунова»



**МАТЕРИАЛЫ ПОБЕДИТЕЛЕЙ
XXIII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ «НАУКА И МОЛОДЕЖЬ»**

**2
2026**

НА ОБЛОЖКЕ:
Сереброплавильный завод города Барнаула в середине XIX века

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ

№ 2 / 2026

Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС 77-84785
выдано 17 февраля 2023 г. Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций РФ

Главный редактор
А.М. Марков

Зам. главного редактора
Е.С. Ананьева

Редакционная коллегия:
С.Л. Кустов
Б.М. Черепанов
И.Н. Сычева
А.С. Авдеев
С.В. Ананьин
А.С. Баранов
И.А. Поляков
А.С. Захарова
Н.С. Зайков

Адрес редакции и издательства:
656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
тел.: 29-09-48

© Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова, 2026

В НОМЕРЕ:

М. А. Khlebnikov, V. G. Besedina
BURNOUT IN IT SPHERE 4

М. Н. Вишняк, К. А. Прокудина,
В. Е. Симоненко
МОТИВАЦИЯ К БЕЗОПАСНОМУ ТРУДУ
РАБОТНИКОВ В ОБЛАСТИ
ОХРАНЫ ТРУДА С ПОМОЩЬЮ
НАСТОЛЬНЫХ РОЛЕВЫХ ИГР 7

Ю. С. Алексеева, Л. В. Халтурина
АНАЛИЗ ПРИЧИН И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С
СЫРОСТЬЮ НИЖНИХ ЭТАЖЕЙ
МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ... 10

Л. В. Маслов, Т. А. Голуенко
СОЗДАНИЕ НОВОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ
В СССР НАКАНУНЕ ВЕЛИКОЙ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 13

Д. С. Ануфриев, К. Н. Ефременко,
Ю. Н. Татаркина
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА
ЖИЗНЕННОЙ СИЛЫ НА ПРИМЕРЕ
СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ 16

М. А. Павленко, С. Н. Павлов
ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ
ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И НЕЙРОННЫХ
СЕТЕЙ 20

А. А. Ковнер, А. Е. Фролова
РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ
СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗАКВАСОЧНЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ 26

М. А. Грицай, С. С. Бутерус, Е. П. Каменская
ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ
ОБРАБОТКИ МЕЛАССЫ ДЛЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЁ В СОСТАВЕ
ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД 31

*Н. А. Перевалов, Ю. И. Гаврин,
И. С. Кадничанский, О. Н. Терехова*
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД
АСПИРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ 35

Е. В. Курочкина, А. О. Черданцев
СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ
ВЫХОДНОГО ЗВЕНА 6-DOF РОБОТА-
МАНИПУЛЯТОРА С УЧЁТОМ ИЗВЕСТНЫХ
ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
ПОГРЕШНОСТЕЙ СЕРВОПРИВОДОВ 39

Д. С. Марков, А. С. Григор
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ КОРПУС
ЦИЛИНДРА МОМЕНТНОГО 1,6 43

В. С. Ярулина, К. Л. Петерникова
РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОГО АДГЕЗИВА
НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ДЛЯ
ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН В УСЛОВИЯХ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ 46

В. В. Кузнецова, Е. А. Головина
РАЗРАБОТКА ОГНЕСТОЙКИХ
УПЛОТНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКОНА
С ПРИМЕНЕНИЕМ АНТИПИРЕНОВ 50

М. А. Подъяпольская, А. А. Кикоть
ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КАРКАСА
СПОРТИВНОЙ АРЕНЫ 54

П. А. Смехун, Т. Е. Лютова
МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕЙ
ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ 60

Н. В. Баяев, М. В. Ватулин, А. О. Хребто
ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ И СОБСТВЕННЫЕ
ДЕФОРМАЦИИ КОМПОЗИЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА ДОРОЖНОГО ОСНОВАНИЯ,
УКРЕПЛЕННОЙ ЗОЛОЙ ТЭЦ 63

Н. В. Медведев, Е. А. Корольков
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ
МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ
ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ 67

М. С. Ликаренко, А. В. Вольф
ДИФфуЗИЯ АГРЕССИВНЫХ ХЛОРИД-
ИОНОВ В БЕТОНЕ И ФИЗИКА КОРРОЗИИ
АРМАТУРЫ 72

Б. М. Черепанов, Е. С. Колесникова
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВАЙНОГО ПОЛЯ И
ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ 75

*С. А. Супоня, А. А. Батвинова,
А. В. Протопопов*
ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ
КОМПОНЕНТОВ НА ПОЛУЧЕНИЕ
СТЕАРАТОВ САХАРОЗЫ 79

*Ю. А. Пеньковская, В. В. Яценко,
А. А. Табашникова*
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ
ТРУДА, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА
ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В
УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА
КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ В
ПЕРИОД СВО 82

Я. А. Спруга, И. В. Маратканова
БИЗНЕС-КЛИМАТ И АДАПТАЦИЯ МАЛОГО И
СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА К
НАЛОГОВОЙ РЕФОРМЕ В РЕГИОНАХ
СИБИРИ 86

С. Д. Усанова, Е. В. Баранова
ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ
РЕГИОНОВ СФО) 90

Д. Р. Манаков, Э. И. Казитова
АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РЫНКА
ПРЕМИАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РФ ЗА
2024-2025 ГОДЫ 94

Н. А. Доставалов, В. И. Сташко
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ
СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В
УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ 97

С. С. Голубцов, А. С. Соловской
РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ
НА ПОДСТАНЦИЯХ 102

А. В. Стоянова, И. А. Иванов
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА И
РЕГУЛЯТОРА СМИТА В СИСТЕМАХ
С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ... 105

В. М. Иванова, А. В. Капишников
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА
ПРИМЕРЕ ОВСЯНОЙ ЛУЗГИ 109

Д. В. Артеменко, М. М. Диндиенко
АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ:
ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ
ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА
СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО
КУЛЬТУРНОГО КОДА..... 112

*Л. Р. Байрамова, С. Ю. Таталюк,
Т. М. Поползина, М. П. Диндиенко*
ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ ЛАГЕРЬ
ДЛЯ ДЕТЕЙ В ЗМЕИНОГОРСКОМ РАЙОНЕ
(ОСНОВНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ
РЕШЕНИЯ) 118

В.С. Горбунова, Ю.В. Раменская
МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ
ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ЮБИЛЕЙНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ
ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОБЫТИЙНОГО
МЕРОПРИЯТИЯ К 100-ЛЕТИЮ ЕКАТЕРИНЫ
САВИНОВОЙ 123

*К. Е. Горшкова, М. П. Диндиенко,
Е. И. Рейзбих*
ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЕДИЦИНСКОГО
КОМПЛЕКСА С ПАЛЛИАТИВНОЙ
ФУНКЦИЕЙ: АРХИТЕКТУРНО-
ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ..... 131

*А.Р. Дударева, М.П. Диндиенко,
А.С. Малыгин, Р.С. Жуковский*
КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕГО
ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В
ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА
ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ – УЛ. МАЛАХОВА)... 136

В. Д. Жолобова, Р. С. Жуковский
АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО
ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ
(С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ) 147

К. А. Жукова, Ю.В. Раменская
ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ
ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И
НАВИГАЦИИ СОБЫТИЙНОГО
МЕРОПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ФЕСТИВАЛЯ
«ЯРИЛО» 156

С.Д. Чертенкова, Ю.В. Раменская
ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ
КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ
ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ
КРАЙ — АЛТАЙ» 164

И. Д. Парамонов, А. Н. Сомов, К. Р. Заричный
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НМИ-ДИСПЛЕЯ
NEXTION В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ 176

И. Д. Парамонов, А. Н. Сомов, К. Р. Заричный
РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ ФОТОРЕЗИСТА..... 180

Учредитель журнала:

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Алтайский государственный
технический университет имени И. И. Ползунова»

BURNOUT IN IT SPHERE

M. A. Khlebnikov, V. G. Besedina
Polzunov Altai State Technical University

This article considers the state of burnout in IT professionals, the main reasons for professional burnout in IT and what kind of IT professionals suffer from professional burnout the most. The main method of this study is an online sociological survey conducted among 35 IT specialists of different age, work experience and job titles. The study shows that the majority of the respondents have experienced symptoms of burnout and some are presently dealing with it using coping tips they mostly found on their own while employers and educational institutions have not equipped them with helpful information on this important topic. The results of the research can be useful for IT specialists, employers, educators and instructors of future IT specialists.

Keywords: professional burnout, burnout symptoms, coping mechanisms, IT industry, emotional exhaustion, IT specialist, mental health, survey.

Modern IT is one of the most progressive and fast-growing industries nowadays. Constant implementations of new technologies, fast pace of innovations and high competition demand advanced skills from specialists working in this sphere. In the conditions of continuous learning, high responsibility and short deadlines workers are exposed to significant emotional tension. All these factors make the problem of professional burnout one of the most relevant threats for companies' stability and employees' well-being [3].

In spite of growing awareness of this problem, comprehensive studies of factors, typical of IT industry which contribute to the development of professional burnout are still scarce. Even if the effective strategies of prevention and overcoming burnout do exist, they are not disseminated among specialists in IT sphere, which leaves many employees of IT companies and freelancers unaware and forces them to seek their own means of dealing with burnout symptoms. The focus of burnout research is traditionally set on "helping professions", so that "person-machine" type of work characterizing IT is considered of lesser risk. Thus there is a lack of special articles and complex research on this topic, which makes it necessary to conduct this pilot study of professional burnout among IT specialists in Russia.

The sociological survey was chosen as the main research method, that was conducted among IT specialists. The study involved 35 specialists, representing various age categories (see Figure 1), qualification levels and occupations. Respondents of the following positions are represented in the survey: software engineers (12), system administrators (5), testers (6), data specialists (6), cybersecurity specialist (4), and others (2) etc.). Both team leaders (7) and regular staff are represented. The sample also co-

vers a wide range of work experience (see Figure 2) – from beginners (with work experience less than a year) to seniors (with experience over 15 years), which made it possible to analyze the relationship between work experience and the level of psycho-emotional exhaustion.

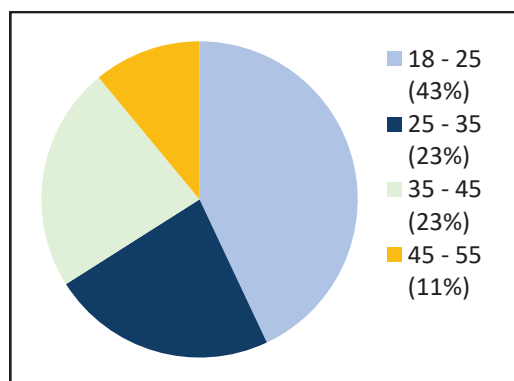


Figure 1 – Respondents' age distribution (years)

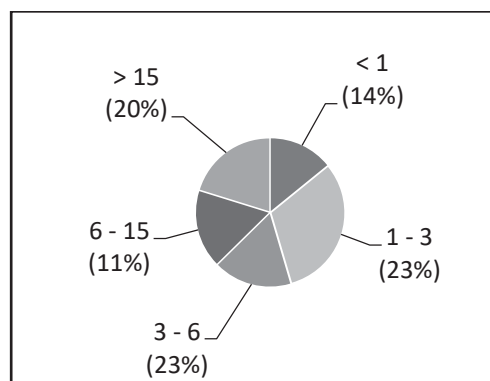


Figure 2 – Respondents' work experience distribution (years)

The survey included 3 questions on recognizing burnout (perceived symptoms, possible causes of burnout and ways of dealing with burnout), 5 questions to create a personal profile of each respondent (work format, job position, work experience, age and sex) and one question on sources of information on burnout previously received by the respondents. The surveys' questions were developed based on previous studies of burnout done by Russian and foreign scientists [1, 2].

Young age of most respondent corresponds with work experience of less than 6 years which means most of young IT specialists start work while still studying at the university. In our opinion, this may be an additional factor contributing to the burnout symptoms they are experiencing.

The results of the research have shown that 54% of respondents feel the symptoms of PB. This indicator points to serious destabilization of the workforce in the industry. Here is the symptoms distribution according to the survey:

- wake up feeling exhausted (54%);
- have difficulty concentrating (49%);
- report increased irritability (46%);
- get tired quickly (42%);
- sleep poorly (25%);
- dissatisfied with themselves (31%).

The respondents could choose more than one answer, so the total exceeds 100%

Among the main causes of professional burnout the respondents pointed out the following: overwhelm of daily tasks (51%), long working hours and extra hours (40%), and constant learning of new technologies (37%). It should be noted that only 5% of specialists worry about AI implementation. It indicates the technical readiness of specialists for innovations which coexists with their physical exhaustion.

Young specialists 18-25 years old (66 %) and people with the work experience less than a year (80 %) turned out the most vulnerable category (see Figure 3). At the same time, IT industry specialists with 6-15 years of work experience show extremely high resilience – only 16 % of them report symptoms of professional burnout (see Figure 4). One of the correlations revealed by the survey is that none of the young specialists (under 25 years old) tried to regulate their sleep schedule. 9% of the respondents who do not use any ways to deal with work stress also belong to the youngest cohort. The ability to say “no” also differs depending on the work experience: of the group with less than 1 year of experience only 20 % can say “no” if necessary; the percentage is higher in all other groups: 45% among 1-3 year group, 50 % of the 3-6 year group, 33 % in 6-15 year group and 100 % of the

respondents with more than 15 experience. Thus this is possibly one of the skills that can be taught to young specialists.

It is interesting to note that feeling of inadequacy, that you are not as good as your colleagues as one of the symptoms of burnout is almost equally represented among different age groups and does not depend much on the number of years of work experience: less than 1 year of experience – 3 (9 %), 1-3 years – 3 (9 %), 3-6 years – 1 (2 %) , 6-15 – 3 (9 %), more than 15 years - 1(2 %).

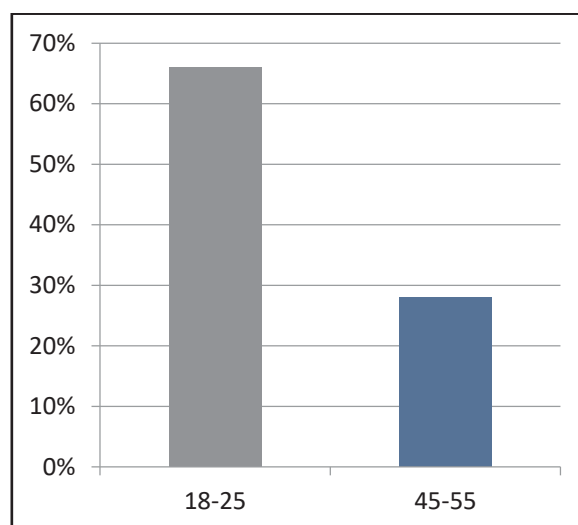


Figure 3 – Burnout symptoms presence depending on age group

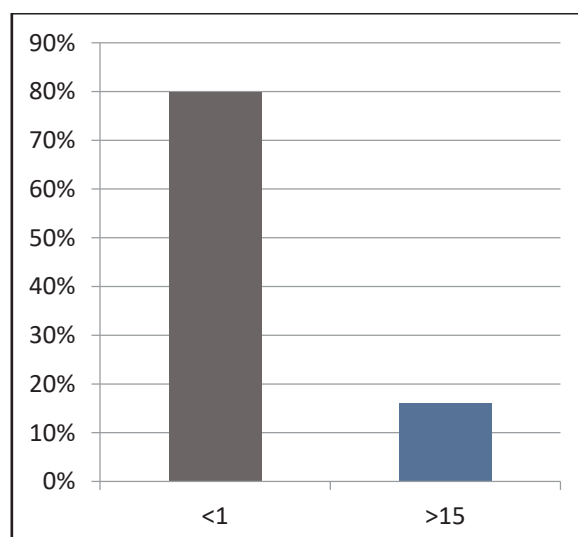


Figure 4 – Burnout symptoms presence depending on work experience

In addition, the study has revealed an extremely disturbing gap in corporate training:

none of the respondents received any information on burnout from their employers. Almost half of the respondents (49 %) has never got such information, and 37 % had to search it on the web on their own (see Figure 5).

The study allows to conclude that professional burnout in IT industry is a systemic flaw and hits young specialists most of all. The key problem is a complete absence of any measures on part of the employers. Skilled personnel will not grow out of the present-day junior staff if the young workers will have to abandon their jobs as a result of physical and mental exhaustion. High presence of professional burnout among young specialists (80 %) poses a threat to the reproduction of skilled personnel in the industry. It is necessary to include corporative programs for mental support and load management.

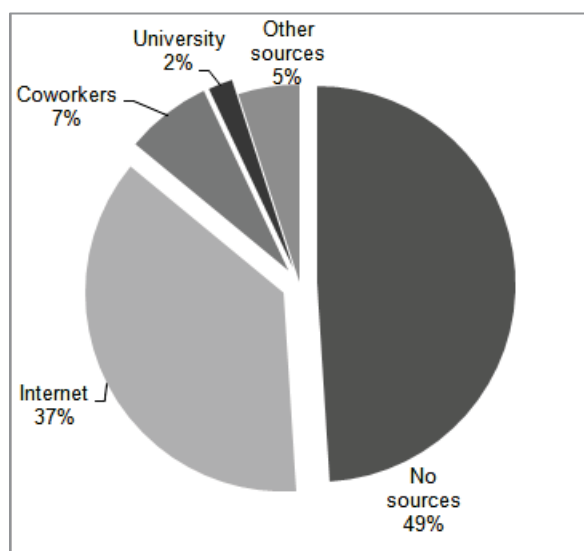


Figure 5 – Sources of information about professional burnout

Only 1 person out of 35 respondents has received information about burnout at the university. Considering the fact that employers do not make it their goal to raise their workers' awareness of the ways to prevent burnout, we suggest educating future IT professionals on the dangers, symptoms and ways to deal with burn-

out not only after they start their professional career, but in the process of training for it.

Considering how versatile the IT sphere is, further research of burnout may include studying the specific differences of burnout in specialists of various professions within IT, since they may experience different kinds of work stress. Correlation between the type of work location (remote, on-site, mixed) and burnout symptoms is also relevant to explore. Although it is difficult to distinguish between personal and organizational factors contributing to burnout, an attempt should be made to determine strictly professional/organizational causes of burnout which could be partly dealt with by the company's management.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гофман О.О. Проблема профессионального выгорания специалистов в сфере информационных технологий: теоретический обзор [Электронный ресурс] ./. О.О. Гофман, Н.Е. Водопьянова, А.Ф. Джумагулова, Г.С. Никифоров // Организационная психология. 2023. Т. 13. № 1. URL: <https://orgpsyjournal.hse.ru/2023-13-1/826492605.html> (дата обращения: 05.03.2026).
2. Burnout: a chronic epidemic in the IT industry [Electronic resource] // CIO. 2023. URL: <https://www.cio.com/article/657960/burnout-an-it-epidemic-in-the-making.html> (дата обращения: 02.03.2026).
3. Why Software Devs Keep Burning Out [Видеозапись] / HealthyGamerGG // YouTube: [сайт]. 2025. 24 апр. URL: <https://youtu.be/XW-02QiiHDM?si=6PVsUpYmwr9lsyf> (дата обращения: 12.03.2026).

Хлебников Михаил Алексеевич – студент группы ПИ-41 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: michael.khlebnikov.06@mail.ru

Беседина Вера Геннадьевна – к. филол. наук, доцент, заведующий кафедрой «Иностранные языки» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: besedinavg@altgtu.ru

МОТИВАЦИЯ К БЕЗОПАСНОМУ ТРУДУ РАБОТНИКОВ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА С ПОМОЩЬЮ НАСТОЛЬНЫХ РОЛЕВЫХ ИГР

М. Н. Вишняк, К. А. Прокудина, В. Е. Симоненко

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Актуальность выбранной темы обуславливается высоким уровнем травматизма В условиях современного производства, где технологические процессы усложняются, а требования к безопасности постоянно растут, традиционные методы обучения и профилактики зачастую оказываются недостаточно эффективными. Работники не всегда осознают реальные риски, а стандартные инструктажи не формируют устойчивых навыков безопасного поведения. В данной статье авторы хотят предложить метод создания условий для повышения уровня мотивации работников путём проработки сотрудниками различных производственных моментов во внутриигровом пространстве в области охраны труда, тем самым способствовать уменьшению количества несчастных случаев на рабочих местах. Использование игровых форматов позволяет моделировать опасные ситуации без риска для здоровья, развивать у персонала навыки принятия решений в стрессовых условиях и формировать ответственное отношение к соблюдению правил. Такой подход способствует не только снижению травматизма, но и повышению общей культуры безопасности на предприятии, что особенно важно в условиях роста требований к охране труда и ответственности работодателей.

Ключевые слова: Мотивация, игровой процесс, работник, снижение травматизма, охрана труда, безопасность на производстве, обучение, профилактика несчастных случаев, корпоративная культура, инновационные методы.

Мотивация работников является наиболее важной частью охраны труда, если человек не замотивирован работать безопасно и соблюдать нормы внутреннего распорядка, то его невозможно вынудить работать согласно рабочим инструкциям в области охраны труда. Одной из наиболее распространенных причин травматизма является личная неосторожность работника, несоблюдение им рабочего распорядка и не понимание возможных последствий его безответственных или не обдуманных решений на рабочем месте. Ниже приведена обобщённая статистика показателей травматизма за 5 лет с 2018 до 2024 г [1]. полученная путём анализа данных Федерации независимых профсоюзов России, Роструд (рисунок 1). Она позволяет выявить основные причины травматизма, что в свою очередь помогает сосредоточить усилия на устранении наиболее значимых факторов риска. На основе данных гистограммы производилось отслеживание изменений в структуре причин травматизма после внедрения профилактических мер. Представленная на графике увеличивающаяся статистика по

несчастным случаям (НС), позволяет сделать вывод, что современные методы предотвращения НС являются малоэффективными [2].



Рисунок 1 – Удельный вес причин несчастных случаев на производстве с тяжёлыми последствиями с 2019 по 2024 [3]

Полученные результаты использовались для разработки настольно ролевой игры, которая в последствии должна снизить статистику

стику травматизма (в том числе со смертельным исходом) до минимальных значений, донести основную важность соблюдения правил как внутреннего распорядка, так и безопасной трудовой деятельности на рабочем месте. Настольно ролевая игра включает в себя частичное ситуативное погружение в «рабочий процесс», где участник отыгрывает роль проверяющего на предприятии и в обзорном варианте карты, на которой размещены различные ситуации производственного процесса, которые он должен оценить с позиции проверяющего и занести в личный "отчёт" по работе тех или иных цехов, работников, иконки которых так же размещены на карте, пути взаимодействия игрока и вне игровых персонажей, происходит через диалог с ведущим [3].

В конце игрового процесса, каждый участник предоставляет свой "отчёт" с личной позиции проверяющего и в ходе общего диалога участников и ведущего, разбирают ошибки как выявленные участниками, так и те нарушения, которые игроки выявить не смогли, так же по каждому случаю с помощью рассказа, описываются последствия конкретной ситуации.

Разработанная игра послужит для осмысления рабочего процесса работником с новой позиции. Игрок сможет взглянуть на производственный процесс с точки зрения специалиста по охране труда, понять для себя на сколько важно соблюдение нормативов безопасного труда.

Работник сможет не только "посмотреть на себя со стороны", но и оценить допущенные им ранее нарушения или своими коллегами, осознать последствия своей или чужой халатности и пренебрежения правилами безопасности, что по мнению авторов сможет предотвратить несчастные случаи на производстве.

Ожидается, что регулярное использование подобных игровых методик в системе обучения позволит моделировать ситуации, с которыми сотрудники могут столкнуться на рабочем месте. В процессе игры работники учатся распознавать риски, анализировать последствия своих действий и принимать обоснованные решения. Участие в настольно-ролевых играх способствует формированию устойчивых навыков безопасного поведения и снижает вероятность ошибок, вызванных невнимательностью, усталостью или поспешностью. В результате уровень производственного травматизма и количество дисциплинарных нарушений имеют тенденцию к снижению, а также повышению вовлечённо-

сти персонала. Традиционные инструктажи часто воспринимаются работниками как формальность, не вызывающая интереса и не способствующая глубокому усвоению материала. Игровые методы, напротив, вовлекают сотрудников в активный процесс, стимулируют обсуждение, развивают командное взаимодействие и личную ответственность. Работники начинают проявлять больший интерес к вопросам охраны труда, самостоятельно ищут пути повышения безопасности и более осознанно относятся к соблюдению правил, позволяет улучшить коммуникацию между работниками и специалистами по охране труда; повысить общий уровень культуры безопасности на предприятии. Таким образом, внедрение настольно ролевой игры является перспективным инновационным методом, способным существенно повысить эффективность профилактики несчастных случаев и укрепить культуру безопасности на производстве.

В современных условиях промышленного производства вопросы охраны труда приобретают всё большее значение не только с точки зрения соблюдения законодательных норм, но и как фактор устойчивого развития предприятия. Рост автоматизации, внедрение новых технологий и усложнение производственных цепочек приводят к появлению новых видов рисков, которые невозможно полностью нивелировать только за счёт технических средств защиты или административных мер. В этой связи особую роль приобретает человеческий фактор: именно поведение работников зачастую становится решающим звеном в цепи предотвращения несчастных случаев.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что традиционные формы обучения охране труда - лекции, инструктажи, тестирование - зачастую не обеспечивают необходимого уровня вовлечённости и не формируют устойчивых поведенческих навыков. Работники воспринимают такие мероприятия как рутинную обязанность, что приводит к формальному отношению к вопросам безопасности. В результате даже при наличии знаний о правилах работники могут игнорировать их в реальной производственной ситуации. Игровые технологии обучения позволяют преодолеть этот барьер за счёт активного вовлечения участников в процесс моделирования реальных рабочих ситуаций. Настольно ролевая игра создаёт условия для эмоционального и интеллектуального погружения: сотрудник не просто получает информацию, а самостоятельно принимает реше-

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПУТЕМ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ООО «ФОР-АЛЮМИНА»

ния, анализирует последствия своих действий и взаимодействует с коллегами. Такой подход способствует развитию критического мышления, формированию личной ответственности и командного духа.

Особое значение имеет возможность моделирования редких или особо опасных ситуаций, которые сложно или невозможно воспроизвести в реальных условиях без риска для жизни и здоровья. В ходе игры участники сталкиваются с выбором: пойти по пути наименьшего сопротивления или соблюсти все требования безопасности, даже если это требует дополнительных усилий. Осознание последствий неправильного выбора происходит не теоретически, а через личный опыт участия в игровом процессе. Кроме того, игровые методики способствуют выявлению скрытых рисков и слабых мест в системе охраны труда предприятия. В процессе обсуждения игровых ситуаций участники могут предложить свои идеи по улучшению организации труда, что делает систему безопасности более гибкой и адаптивной к изменяющимся условиям. Внедрение настольно ролевой игры в систему корпоративного обучения требует системного подхода. Необходимо разработать сценарии игр с учётом специфики конкретного производства, обучить ведущих, организовать регулярные сессии для различных категорий персонала. Важно также интегрировать результаты игровых занятий в общую систему оценки рисков и профилактики несчастных случаев. Экономический эффект от внедрения подобных инновационных методов выражается не только в снижении прямых потерь от травматизма, но и в повышении производительности труда за счёт сокращения простоев, улучшения эмоционального климата в коллективе и снижения текучести кадров. Работники, чувствующие заботу о своей безопасности со стороны работодателя, проявляют большую лояльность и вовлечённость в производственные процессы.

Таким образом, развитие игровых форматов обучения охране труда является перспективным направлением для предприятий различных отраслей. Это не только эффективный инструмент профилактики несчастных случаев, но и важный элемент формирования современной корпоративной культуры, основанной на взаимной ответственности и осознанном отношении к безопасности каждого сотрудника. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку универсальных методик адаптации настольно ролевых игр под специфику различных производств и оценку их долгосрочного влияния

на показатели травматизма и культуру безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федерация независимых профсоюзов России, Роструд. — URL: https://fnpr.ru/upload/iblock/557/s70zsdwk58oi0uhvejbcceyz06nr1fbtq/Informatsiya_o_rabote_TIT_v_2022_godu_ITOG_NA_SAYT.pdf / (дата обращения: 1.12.2025).
2. Приказ Минтруда России от 22.04.2021 N 274н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда». — URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 1.12.2025).
3. Анализ производственного травматизма в России (В том числе со смертельным исходом) от ВНИИ труда Минтруда России. - file:///C:/Users/Пользователь/Downloads/Новые%20данные%20по%20травматизму%202025.pdf / (дата обращения: 1.12.2025).

Вишняк Мария Николаевна – к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vichnyak_mariya@mail.ru.

Прокудина Ксения Андреевна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: kсения2001.tpk-91@mail.ru

Симоненко Виктория Евгеньевна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vika.simonenko.05@bk.ru

АНАЛИЗ ПРИЧИН И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С СЫРОСТЬЮ НИЖНИХ ЭТАЖЕЙ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Ю. С. Алексеева, Л. В. Халтурина

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье представлен анализ причин возникновения сырости на нижних этажах многоквартирных жилых зданий. Проведен опрос жильцов и визуальный осмотр домов разных лет постройки, выявлены причины повышенной влажности в подвалах и на первых этажах. В ходе исследования установлены наиболее характерные причины повышенной влажности. Рассмотрены способы устранения последствий и недопущения ситуаций с переувлажнением конструкций и существенным повышением влажности воздуха в помещениях. Предложенные рекомендации направлены на повышение эксплуатационной надежности зданий, улучшения санитарно-гигиенических условий и обеспечения комфортной и безопасной среды проживания.

Ключевые слова: многоквартирные жилые здания, сырость в помещениях, переувлажнение конструкций, техническая эксплуатация зданий, гидроизоляция, проблемы водоотводов, последствия коммунальных аварий, подвальные помещения, отмостка, микроклимат помещений.

Актуальность темы

Одной из проблем эксплуатации жилых зданий является нередкое отсыревание конструкций цокольной части зданий, сырость и заплесневелый запах в помещениях подвальных/цокольных и нижних этажей, в подъездах. Одной из функций цокольной части стены, находящейся в контакте с грунтом и подвергающейся атмосферным осадкам, является защита здания от влаги. Переувлажнение этих конструкций приводит к их разрушению от коррозии [1], снижению влагостойкости и морозостойкости, к снижению теплозащитных функций, способствует ухудшению микроклимата в помещениях, образованию конденсата на внутренних поверхностях конструкций, образованию и росту плесневых грибов и других продуктов, оказывающих вредные воздействия на человека.

Проблемы, связанные с высокой влажностью в помещениях, существенно снижающие качество жизни, нередко являющиеся причиной заболевания, выливаются в справедливые возмущения и жалобы жильцов. Например, жильцы общежития на ул. Кулагина, 25, сообщали о длительном подтоплении подвального помещения вследствие аварии инженерных коммуникаций (официальный сайт ГТРК «Алтай», «Вести Барнаул», дата обращения: 2026 г.) [2]. По их словам, подвал был затоплен водой и сточными массами, при этом отмечались: стойкий неприятный запах, повышенная влажность, образование пара и

постепенное разрушение конструкций (рисунок 1). Жители неоднократно обращались в управляющую организацию, однако проблема длительное время не устраняется.



Рисунок 1 – Повреждение строительных конструкций дома по ул. Кулагина, 25, г. Барнаула вследствие их отсыревания
Источник: фотографии автора

Жильцы дома по ул. Малахова, 56 отмечают (по данным материалы сайта «Алтай Пресс», 28.03.2026 г., что в течение длительного времени сохраняются проблемы затоп-

АНАЛИЗ ПРИЧИН И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С СЫРОСТЬЮ НИЖНИХ ЭТАЖЕЙ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

ления подвальных помещений и протечки кровли. Несмотря на откачку воды, в квартирах первого этажа сохраняется повышенная влажность и устойчивый запах сырости. ТСЖ и коммунальные службы меры по устранению не принимают, что вынуждает жильцов обратиться в вышестоящие органы.

В рамках исследования был проведён устный опрос 100 респондентов, проживающих в многоквартирных жилых зданиях разных лет постройки: 50 % опрошенных проживают в домах старого жилого фонда и 50 % – в домах построенных после 2000 г. Опрос проводился среди жителей многоквартирных домов, расположенных в центральной части г. Барнаула и прилегающих районах, включая территорию, ограниченную проспектом Ленина, а также в посёлке Южный и Индустриальном районе. В исследование были включены дома, расположенные по улицам: проспект Ленина, ул. Деповская, ул. Антона Петрова, ул. Советская, ул. Малахова, ул. Балтийская, ул. Взлётная, ул. Попова, Павловский тракт, ул. Энтузиастов, а в поселке Южный – ул. Мусоргского, ул. Чайковского и ул. Георгиева.

Жильцам были заданы следующие вопросы:

- сталкиваетесь ли вы с повышенной влажностью в квартире, в подъезде, в подвальных помещениях? В каком году построен ваш дом?
- в каких частях здания (подвал, первый этаж, верхние этажи) наиболее часто наблюдается сырость?
- имеются ли признаки повреждений конструкций (плесень, трещины, отсыревание стен и потолков)?
- какие меры жильцы вашего дома принимали для решения проблемы?
- как решаются проблемы с сыростью управляющими компаниями?

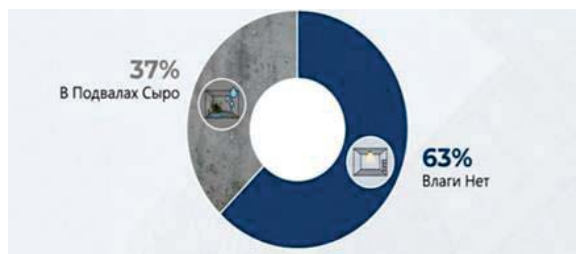


Рисунок 2 – Результаты опроса жильцов о наличии сырости в помещениях нижних этажей
Источник: рисунок автора

Как видно из рисунка 2, 37 человек из 100 опрошенных жителей (37 %) подтвердили наличие проблемы сырости на первых этажах и в подвале, особенно в весенний период и в

дождливую погоду. Большинство жителей сказали, что затхлый запах, отсыревшие стены в подъезде и в подвальных помещениях – проблема круглогодичная. С проблемой повышенной влажности в помещениях жилых зданий 63 % опрошенных жильцов не сталкивались

Закономерно, что сырость в помещениях нижней части здания и вытекающие из этого проблемы чаще встречаются в старом жилом фонде. Новые здания демонстрируют лучшую гидрозащиту благодаря современным технологиям. Однако 13 жильцов из 37, отметивших названную проблему, проживают в новых домах, т. е. из 100 опрошенных жильцов на проблемы, связанные с сыростью в подъездах и даже в квартирах указали 13 % опрошенных. Это большой процент и свидетельство того, что допускаются ошибки проектирования, нарушаются строительные технологии при возведении или ремонте зданий, не соблюдаются правила эксплуатации, вовремя не решаются возникающие проблемы гидрозащиты зданий.

Визуальное обследование цокольной части многоквартирных жилых зданий (рисунок 3), а также свидетельства жильцов выявили ряд причин нарушения влагозащиты конструкции и повышения влажности в помещениях:

- наружный водоотвод с крыши неверно устроен, повреждены или вовсе отсутствуют его детали (жители отмечают, как наиболее частую причину);
- увлажнение цоколя внутри и/или снаружи дождевыми и талыми водами при недостаточной защите его вертикальной поверхности;
- нарушение целостности или разрушение отмостки по периметру наружных стен;
- плохо устроена горизонтальная гидроизоляция;
- промерзание стен подземной и цокольной частей;- избыточная влажность воздуха в помещениях вследствие отсутствия их вентиляции;
- в ряде зданий, особенно в исторической части г. Барнаула, высокий уровень подземных вод и не выполнены мероприятия по гидрозащите зданий;
- коммунальные аварии, приводящие к затоплению подземной части здания (жители отмечают, как наиболее частую причину);

Для решения проблемы прежде всего необходимо:

- ликвидировать источники сырости, ограничить воздействие воды на конструкции здания,

- организовать эффективное проветривание помещений,
- устранить последствия воздействия влаги на конструкции (ремонт, замена и др.),
- принять меры по недопущению возникновения проблемы.

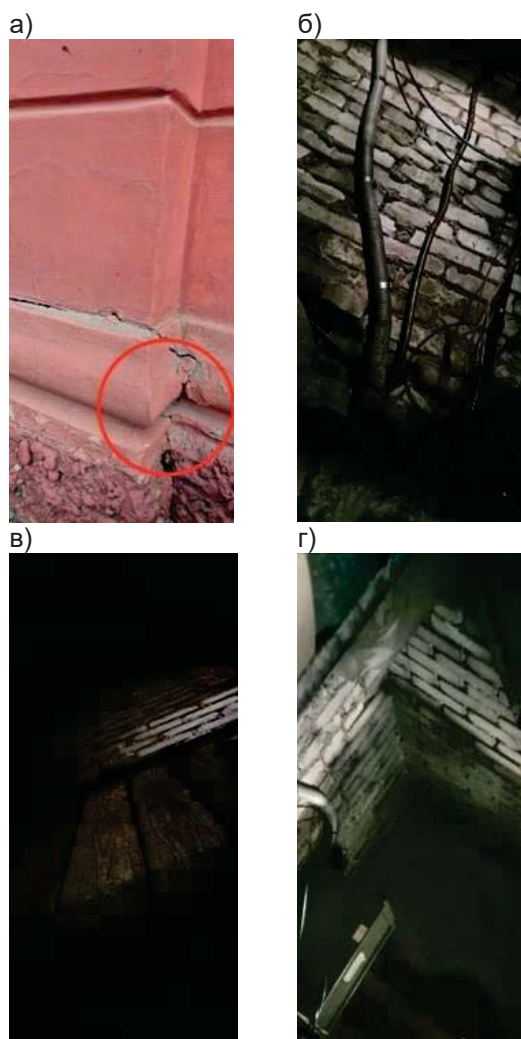


Рисунок 3

- а) повреждение цокольной части стены (дом по пр. Ленина 70);
 б) повреждение инженерных систем (ул. Антона Петрова 225);
 в) и г) отсыревание внутренних поверхностей стен (ул. Пионеров 17)
 Источник: фотографии автора

Способы устранения последствий и недопущение возникновения проблемы выбираются прежде всего исходя из причины ее возникновения [3].

Для защиты конструкций от увлажнения атмосферными осадками следует прежде всего правильно организовать водоотвод с

кровли, ликвидировать дефекты и разрушение деталей системы наружного водоотвода, отремонтировать или выполнить карнизы выносом не менее 50 см. При значительном замokании стен – защитить их поверхность водостойкими материалами.

При повышении уровне подземных следует обеспечить понижение уровня, в частности устройством дренажных систем. Необходимо следить за целостностью отмосток, должен быть исключен застой воды в нижней части наружных стен.

При необходимости должна быть выполнена дополнительная теплоизоляция наружных стен, заменены поврежденные участки стен. Принять меры по недопущению накопления влаги в конструкциях.

Эффективными мерами по защиты конструкций от влаги является использование проникающей гидроизоляции.

Заключение.

Проведение регулярных осмотров и оперативное устранение дефектов позволяет предотвратить развитие увлажнения и сохранить эксплуатационные характеристики конструкций.

Обеспечение нормального микроклимата помещений и долговечности конструкций требует комплексного подхода, включающего качественное проектирование, применение современных материалов, соблюдение требований норм при строительстве, регулярное техническое обслуживание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11–85. – М.: Минстрой России, 2017.
2. Материалы информационного портала «Вести Барнаул». – Режим доступа: <https://vesti22.tv> (дата обращения: 2026, 28.03.2026).
3. Кудрявцев П. Г. Гидроизоляция строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 2016. – 109 с.

Алексеева Юлия Станиславовна – студент группы АРХ-31, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: meli20060606@gmail.com

Халтурина Лариса Васильевна — к.т.н., заведующий кафедрой «Теория и история архитектуры» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: khalt.larisa@mail.ru

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2026

СОЗДАНИЕ НОВОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В СССР НАКАНУНЕ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Л. В. Маслов, Т. А. Голуенко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В данной статье рассматривается процесс создания и внедрения новых образцов военной техники в Советском Союзе в предвоенный период, что представляет интерес в плане влияния на исход войны и позволяет объективно анализировать успехи и неудачи Красной Армии на начальном этапе войны. Массовая индустриализация производства позволила разрабатывать и выпускать множество принципиально новых видов вооружения, однако темпы их освоения, объемы выпуска и организация эксплуатации в войсках имели существенные недостатки, во многом предопределившие сложности первого периода войны. Целью работы является исследование основных направлений развития военной техники в СССР накануне войны и проблем, связанных с ее освоением и эксплуатацией. Результат исследования: рассмотрены и проанализированы некоторые советские нормативно-правовые акты, определявшие объемы производства и проблемы эксплуатации техники в довоенный период.

Ключевые слова: военная техника, война, советская армия, Советский Союз, ЦК ВКП(б), танкостроение, авиация, военно-морской флот, артиллерия, войска.

Из-за ухудшения мировой напряженности, включающей агрессивные действия Германии и Японии в 1930-е годы, от Советского Союза срочно требовалось укрепление своих Вооруженных сил. Советское правительство принимает ряд мер и приказов для масштабного усиления и реорганизации армии, модернизации технического оснащения сухопутных войск и флота. Созданная в указанный период промышленная инфраструктура обеспечивала рост военного потенциала СССР, формируя его материально-техническую базу, что существенно влияло на темпы реконструкции армии [1].

Основной задачей военной доктрины являлось превосходство над средствами и способами ведения войны возможных противников. Для этого требовалось огневое и численное превосходство, а также создание новых видов техники и методов их использования. Основные направления первого пятилетнего плана строительства Красной Армии были определены в постановлении ЦК ВКП(б) «О состоянии обороны СССР» от 15 июля 1929 г. Центральный Комитет поставил задачу создания и внедрения в армию современных типов артиллерийских орудий, танков и самолетов.

В довоенный период стрелковые войска активно оснащались автоматическим оружием. Конструкторы В.А. Дегтярев, Ф.В. Токарев, С.Г. Симонов, Г.С. Шпагин создали различные его виды. На вооружение поступили самозарядная винтовка Токарева (СВТ), ручные и зенитные пулеметы, писто-

леты-пулеметы Дегтярева (ППД) и Шпагина (ППШ) [5]. К осени 1941 г., в условиях острой нехватки противотанковых средств, на вооружение стрелковых войск были приняты два образца 14,5-мм противотанковых ружей: самозарядные системы Симонова (ПТРС) и однозарядные системы Дегтярева (ПТРД) [5]. Эти ружья, благодаря высокой начальной скорости пули, были способны поражать легкие и средние немецкие танки (Т-I, Т-II, а также ранние модификации Т-III) с толщиной бортовой брони до 30 мм. В руках советских бронебойщиков они стали грозным оружием ближнего боя. Косвенным признанием их эффективности служит тот факт, что в 1943 г. технический инспектор бывшей германской армии в своем заключении назвал советское противотанковое ружье Симонова «наиболее усовершенствованным и эффективным оружием» среди всех известных образцов калибра 13–15 мм [5]. К середине 1943 г. количество ПТР в дивизии достигло 279 единиц, однако с усилением бронирования немецких танков их роль начала снижаться, и к концу войны насыщенность войск этими ружьями сократилась примерно в три раза [5].

Несмотря на прогресс, к началу войны многие подразделения содержались по штатам мирного времени. Слабым местом оставалось отсутствие танков непосредственной поддержки пехоты в штатах стрелковых дивизий, а также недостаточная укомплектованность противотанковой и зенитной артиллерией, что объективно сни-

жало их боевые возможности в условиях массированного применения противником танков и авиации [5].

Модернизация артиллерии 1920-х годов не могла полностью устранить недостатки старых систем. Требовалась разработка принципиально новой артиллерийской техники. Советские конструкторы С.Н. Маханов, Л.А. Магдосеев, В.Н. Сидоренко, а позднее В.Г. Грабин, Ф.Ф. Петров, И.И. Иванов и другие создали ряд совершенных орудий. В предвоенные годы на вооружение артиллерии стрелковых соединений поступил ряд новых систем. В том числе 37-мм автоматическая зенитная пушка образца 1939 г., предназначенная для борьбы с самолетами на высотах до 2500 м, и 45-мм противотанковая пушка образца 1937 г., которая, однако, уже в первых боях со средними танками показала неспособность пробивать их лобовую броню толщиной до 70 мм [5]. В дивизионном звене основу составляли 76-мм пушки, а полковая артиллерия была представлена 76-мм орудием образца 1927 г. [5]. Для усиления огневой мощи имелись 122-мм гаубицы, причем некоторые соединения в начале войны были вооружены устаревшими гаубицами образца 1910/30 г., которые впоследствии были заменены более совершенной гаубицей образца 1938 г., состоявшей на вооружении всю войну. В состав дивизии также входила 152-мм гаубица, изъятая из штата уже в начале боевых действий [5].

Анализ состава артиллерии накануне войны выявляет определенный дисбаланс. При наличии мощных 122-мм и 152-мм систем для разрушения укреплений, войска испытывали явный недостаток в скорострельных и маневренных противотанковых орудиях, способных противостоять танкам с противоснарядным бронированием. Ситуация усугублялась и в области противовоздушной обороны: имевшиеся на вооружении стрелковых дивизий зенитные средства (37-мм пушки и комплексные зенитные установки на базе пулеметов «Максим») не были сведены в крупные соединения, обладали низкой маневренностью и плотностью огня, что делало боевые порядки войск крайне уязвимыми от ударов вражеской авиации [5].

Бронетанковые войска развивались в направлении создания крупных соединений, повышения огневой мощи, броневой защиты и маневренности танков. Техническая оснащенность Вооруженных сил СССР была сопоставима с немецкой. Однако в структуре парка бронетехники и авиации преобладали устаревшие образцы, а по-

ступление новых конструкций находилось только на начальном этапе [1]. Так же опыт боев в Испании и на Халхин-Голе показал недостаточность броневой защиты легких танков и было принято постановление Комитета обороны при СНК СССР № 443сс от 19 декабря 1939 г. [2]. Этим постановлением на вооружение принимались танк КВ (Кировский завод) - тяжелого бронирования, с 76-мм пушкой, и танк Т-34 (завод № 183) - средний танк с дизельным двигателем В-2, противоснарядным бронированием (толщина брони 45 мм) и 76-мм пушкой [2]. Согласно данным, тяжелый танк КВ, созданный коллективом конструкторов под руководством Ж. Я. Котина, имел мощную по тому времени броню в 75 мм и в начале войны вообще не пробивался снарядами немецких танковых и противотанковых пушек [5]. Это качественное превосходство было бесспорным, однако количественное отставание сводило его на нет. Однако к началу войны новых танков в войсках было крайне мало. Производство сталкивалось с огромными трудностями: заводы не справлялись с планами, ощущалась острая нехватка оборудования и подготовленных кадров. В результате массовый выпуск был сорван, и перевооружение бронетанковых частей к июню 1941 года завершить не удалось. Более того, по опыту первых месяцев войны 16 штатных легких танков были вообще изъяты из состава стрелковой дивизии, и до конца войны соединения своих штатных танков не имели, получая их лишь в качестве средства усиления [5]. В ходе войны бронирование КВ было увеличено до 105 мм, а калибр пушки - с 76 до 85 мм (модификация КВ-85) [5].

В течение второй половины 1930-х годов в СССР наблюдался резкий рост валовых показателей авиационного производства, а на вооружение поступали новые истребители И-15, И-153 (конструкции Н.Н. Поликарпова), скоростной бомбардировщик СБ (А.А. Архангельского), дальний бомбардировщик ДБ-3 (С.В. Ильюшина).

В предвоенные годы началось поступление новых поколений самолетов: истребителей Як-1, ЛаГГ-3, МиГ-3, пикирующего бомбардировщика Пе-2. Важнейшим достижением стало создание бронированного штурмовика Ил-2, который впоследствии был назван «летающим танком». По итогам пятилетних планов и форсированной индустриализации отрасли объем выпуска самолетов всех типов возрос в пять раз относительно начала десятилетия. К 1939 году годовой объем производства достиг отметки в 10 тысяч машин [1]. При этом темпы

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2026

СОЗДАНИЕ НОВОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В СССР НАКАНУНЕ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

переоснащения авиачастей отставали от темпов создания новых машин. В приграничных округах новые самолеты (МиГ-3, ЛаГГ-3) составляли лишь 13,4%, а Пе-2 и Як-1 - всего 3%.

Приказ Народного Комиссара Обороны СССР № 070 от 4 июня 1939 г. констатировал «чрезвычайные размеры» аварийности в ВВС, причиной которой назывались: преступное нарушение инструкций, плохая воспитательная работа, неумение старших начальников организовать подготовку, низкая дисциплина и «расхлябанность». Приказ требовал наведения строжайшего порядка, повышения дисциплины, улучшения материально-технической базы и качества подготовки летных кадров, что свидетельствовало о системных проблемах в управлении авиацией накануне войны [4].

В военном - морском флоте также произошли изменения. На вооружение новых крейсеров поступали 180-мм орудия, а эскадренных миноносцев - 130-мм орудия. Массовое и стремительное развитие флота сталкивалось с серьезными трудностями. В докладной записке наркома судостроительной промышленности И.Ф. Тевосяна и наркома ВМФ Н.Г. Кузнецова от 28 декабря 1939 г., адресованной И.В. Сталину и В.М. Молотову, указывалось, что утвержденный план капиталовложений и материально-техническое снабжение не обеспечивают выполнения программы строительства боевых кораблей и наращивания производственных мощностей. Отмечалась острая нехватка производственных баз для башен, морской артиллерии, брони и приборов, а также недостаток фондов на электрооборудование, станки и краны [3].

Таким образом, благодаря столь жесткой, форсированной индустриализации был создан необходимый материально-технический фундамент для текущего и будущего создания и развития военной техники. В частности, к новым видам оружия, созданным накануне Великой Отечественной войны, можно отнести ПТРС и ПТРД, к новым видам военной техники – артиллерийские орудия 45 мм, 76 мм и 122 мм, танки серий KB и Т-34, истребители МиГ-3 и ЛаГГ-3. Конструкторами были разработаны и запущены в серию образцы вооружения с равными или превосходящими характеристиками по сравнению с аналогами вероятного противника. Однако из-за сжатых сроков и ошибок в организации новейшие образцы техники не были в полной мере созданы и переданы в войска. Акцент на тяжелой артиллерии вызвал нехватку противотанковых и зенитных средств. В ВВС имели место существенный недостаток дисциплины

и подготовки, что приводило к катастрофической аварийности. Все эти проблемы проявились в начале Великой Отечественной Войны, из-за чего приходилось их решать уже во время боевых действий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вторая мировая. 1939-1945. История великой войны. Восточная Пруссия в литературе // [Электронный ресурс] — Режим Доступа: <https://prussia.online/books/vtoraya-mirovaya-1939-1945-istoriya-velikoy-voyni>
2. Постановление Комитета обороны при СНК СССР № 443сс «О принятии на вооружение РККА танков, бронемашин, автотягачей и о производстве их в 1940 г» 19 декабря 1939 г. Электронная библиотека исторических документов // [Электронный ресурс] — Режим Доступа: <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/280925-postanovlenie-komiteta-oborony-pri-snk-sssr-locale-nil-443ss-locale-nil-o-prinyatii-na-vooruzhenie-rkka-tankov-bronemashin-arttyagachey-i-o-proizvodstve-ih-v-1940-g-19-dekabrya-1939-g>
3. Постановление Комитета обороны при СНК СССР № 53сс «Об утверждении плана заказов НКО на вооружение и боевую технику на 1939 г.». 3 марта 1939 г. Электронная библиотека исторических документов // [Электронный ресурс] — Режим Доступа: <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/280883-postanovlenie-komiteta-oborony-pri-snk-sssr-locale-nil-53ss-locale-nil-ob-utverzhenii-plana-zakazov-nko-na-vooruzhenie-i-boevuyu-tehniku-na-1939-g-locale-nil-3-marta-1939-g#mode/inspect/page/1/zoom/4>
4. Приказ НКО СССР от 04.06.1939 № 070. Википедия // [Электронный ресурс] — Режим Доступа: https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7_%D0%9D%D0%9A%D0%9E_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0_%D0%BE%D1%82_04.06.1939_%E2%84%96_070
5. Развитие тактики Советской Армии в годы Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.). Восточная Пруссия в литературе // [Электронный ресурс] — Режим Доступа: <https://prussia.online/books/razvitie-taktiki-sovetskoy-armii-v-godi-velikoy-otechestvennoy-voyni?ysclid=mn3u8c6agt128605469>

Маслов Лев Викторович – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: netcorp@list.ru.

Голуенко Татьяна Александровна – к. полит. н., доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: goluenko2016@ya.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖИЗНЕННОЙ СИЛЫ НА ПРИМЕРЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ

Д. С. Ануфриев, К. Н. Ефременко, Ю. Н. Татаркина

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье представлены результаты эмпирического исследования коэффициента жизненной силы (VQ) у студентов строительного факультета Алтайского государственного технического университета. В рамках исследования особое внимание уделено анализу трех ключевых компонентов жизненной силы — вовлеченности, контроля и принятия риска. Выявлены их взаимосвязи с отношением студентов к своему будущему, а также с уровнем сформированности профессиональной идентичности обучающихся. Приведены результаты комплексной оценки уровня жизненной энергии студентов, детально изучена их мотивационная структура и выявлены факторы, блокирующие жизненную активность. Полученные данные свидетельствуют о преобладании среднего уровня VQ в исследуемой группе. При этом отмечается выраженное избегание риска — тенденция, которая прослеживается у значительной части респондентов. Наряду с этим зафиксирована высокая готовность студентов к развитию позитивного мировоззрения: обучающиеся демонстрируют открытость к формированию конструктивных установок и стремление к личностному росту, несмотря на склонность минимизировать содержащие риск ситуации.

Ключевые слова: коэффициент жизненной силы, коэффициент интеллекта, эмоциональный интеллект, оптимизм, ценностные ориентации, эмоции, жизненные цели, мотивация, энергетический потенциал, риск.

Долгое время в образовательной практике и психолого-педагогических исследованиях доминировал подход, ориентированный на оценку интеллектуального потенциала обучающихся — коэффициента интеллекта (IQ). Считалось, что именно уровень интеллектуального развития является ключевым предиктором академической успешности и будущих профессиональных достижений. Однако накопленные эмпирические данные убедительно свидетельствуют, что высокий IQ не гарантирует ни успешности в учебе, ни устойчивости к стрессогенным факторам образовательной среды, ни эффективности профессиональной самореализации. В связи с этим в научный оборот вошло понятие эмоционального интеллекта (EQ), характеризующее способность человека распознавать, понимать и управлять собственными эмоциями и эмоциями других людей. Исследования Д. Гоулмана, Г. Гарднера, Р. Бар-Она, Д.В. Люсина [1,2] и других авторов показали, что EQ вносит не менее значимый, а в ряде контекстов и более весомый вклад в жизненный успех, чем традиционный интеллект.

Вместе с тем, как показывает анализ современных реалий высшего образования, ни интеллектуального, ни эмоционального ресурса зачастую оказывается недостаточно для преодоления тех вызовов, с которыми сталкивается студент в процессе профессиональной подготовки. Интенсификация учебного процесса, нарастающий дефицит времени, высокая конкурентность, неопределенность карьерных пер-

спектив, необходимость совмещения учебы с работой — все эти факторы предъявляют требования не только к тому, что студент знает и как он управляет эмоциями, но и к тому, каков его базовый жизненный ресурс, позволяющий сохранять активность, целеустремленность и психофизиологическое благополучие в условиях хронического стресса. Это обстоятельство актуализирует обращение к феномену, обозначаемому в современной науке как коэффициент жизненной силы (VQ — Vitality Quotient). Термин VQ впервые ввел французский психолог Пьер Касс в 2010 году. По его мнению, объем жизненной энергии — главная движущая сила и стимулятор человека.

Для обучающихся исследование VQ имеет особую ценность, поскольку именно в студенческие годы закладываются основы не только профессиональной компетентности, но и тех личностных и витальных ресурсов, которые определяют дальнейшую профессиональную траекторию и качество жизни.

Цель исследования заключалась в определении уровня коэффициента жизненной силы у студентов, а также в установлении характера его взаимосвязи с показателями академической успешности и профессионального становления. В число задач исследования входило:

- разработка инструментария (анкеты) для исследования коэффициента жизненной силы;
- выявление взаимосвязи между компонентами жизненной силы (вовлеченность, кон-

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖИЗНЕННОЙ СИЛЫ НА ПРИМЕРЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ

троль, принятие риска) и отношением студентов к будущему (оптимистическая либо пессимистическая оценка перспектив);

- определение общего уровня жизненной силы у студентов и оценка его влияния на академические успехи;
- оценка готовности респондентов к целенаправленному развитию собственных витальных ресурсов и формированию позитивного мировосприятия как основы успешной профессиональной самореализации.

Эмпирическое исследование коэффициента жизненной силы проводилось на базе Алтайского государственного технического университета. Респондентами выступили студенты строительного-технологического факультета, представленные академической группой СУЗ-21. Диагностическим инструментарием выступила авторская анкета. Мы сделали попытку операционализировать понятие коэффициента жизненной силы и установить его зависимость от некоторых психологических факторов, заложенных нами в анкету. Такими факторами явились: приоритетность жизненных целей; мотивация к действиям; барьеры, блокирующие жизненную активность; готовность к риску; locus контроля; готовность к жизненным изменениям; выбор мировоззренческого вектора на шкале оптимизма-пессимизма и возможность научения позитивного взгляда на жизнь; самооценка уровня жизненной энергии.

Ценностные ориентации личности представляют собой мотивационно-смысловую основу жизненной силы, определяя направленность поведения, устойчивость к стрессам и способность к самореализации в сложных жизненных обстоятельствах. Именно ценности выступают внутренним ресурсом, питающим активность человека и его стремление к достижению значимых целей. В связи с этим в рамках проведенного исследования респондентам было предложено оценить степень важности своих ключевых жизненных ценностей, что позволило выявить структуру их смысловых ориентаций. Полученные результаты (Рис. 1) демонстрируют ярко выраженную высокую значимость таких ценностей, как «интересная работа» (66,7% респондентов указали, что это очень важно), «семейное благополучие» (75%) и «любовь» (75%). Подобное распределение свидетельствует о сформированной и внутренне непротиворечивой системе смысловых ориентаций, что является важным ресурсным фактором, поддерживающим психологическое благополучие и устойчивость личности к внешним вызовам. В то же время обращает на себя внимание крайне низкая значимость ценности «жизнь и работа с риском»: 83,3% опрошенных оценили её как «неважно». Этот ре-

зультат указывает на выраженную низкую готовность к принятию риска, избегание неопределённости и ситуаций, требующих выхода из зоны комфорта. Таким образом, у студентов доминируют ценности стабильности, безопасности и аффилиации (семья, любовь, близкие отношения) при одновременно выраженном избегании рискованных ситуаций, связанных с профессиональной или личностной неопределённостью. Данная конфигурация ценностных приоритетов свидетельствует о среднем уровне такого компонента, как «принятие риска», что в долгосрочной перспективе может ограничивать проактивность и инициативность в профессиональном становлении, затрудняя карьерный рост, освоение новых видов деятельности и адаптацию к быстро меняющимся рыночным условиям. Для компенсации этого ограничения целесообразно развивать у студентов навыки осознанного риск-менеджмента, поэтапного выхода из зоны комфорта и формирования толерантности к неопределённости через тренинги и проектную деятельность. Кроме того, важно учитывать, что без целенаправленного педагогического сопровождения ценностный дисбаланс между стремлением к безопасности и потребностью в самоактуализации может приводить к застою в личностно-профессиональном развитии, снижению конкурентоспособности на рынке труда и трудностям в принятии ответственных решений.



Рисунок 1 – Диаграмма оценки важности жизненных ценностей

Студентов попросили назвать свои наиболее сильные побудительные к действиям мотивы. Мотивационная структура определяет энергетический потенциал деятельности (Рис. 2). Преобладание потребности в повышении материального уровня (66,7% — сильно побуждает) и стремления к самореализации (58,4%) указывает на внешне-внутренний смешанный тип мотивации. Наличие как экстринсивных (материальный уровень), так и интринсивных (самореализация) мотивов создает двойственный

вектор активности. Для устойчивости VQ важно, чтобы внутренняя мотивация (интерес к деятельности, саморазвитие) доминировала над внешней, что в данной выборке прослеживается неявно. Уровень вовлеченности как компонента VQ можно оценить, как средний.

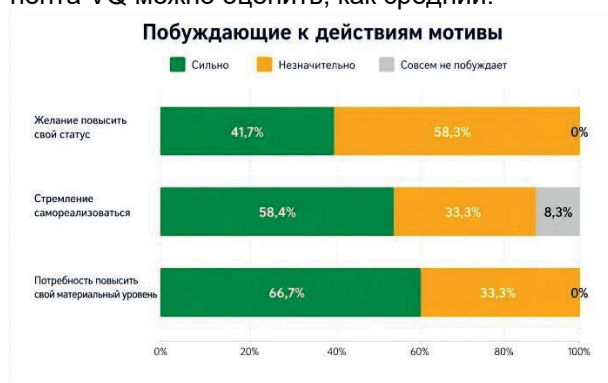


Рисунок 2 – Анализ мотивов, побуждающих к действиям

Вопрос о факторах, блокирующих жизненную активность, напрямую обращен к барьерам реализации жизненной силы. Высокий процент влияния «мнения значимых людей» (33,3% — сильно блокирует; 58,4% — незначительно) и «внутренней неуверенности в себе» (33,3% — сильно; 33,4% — незначительно; 33,3% — никак — равномерное распределение) указывает на сниженный компонент контроля. Равномерное распределение ответов по внутренней неуверенности (по 33,3% на каждую градацию) свидетельствует о поляризации группы: у трети студентов присутствует выраженная неуверенность, блокирующая активность. Это негативно сказывается на компоненте контроля жизненных обстоятельств. Мнения значимых людей выступают сильным внешним ограничителем, что указывает на экстернальность части выборки.

Ожидания от жизни отражают локус контроля и оптимизм/пессимизм — важные аффективные составляющие жизненной силы. Установка «рассчитываю на себя, свои силы и способности» (75%) свидетельствует об интернальности.

Преобладание внутреннего локуса контроля (75%) является ресурсным фактором жизнеспособности (VQ), обеспечивающим высокий компонент контроля над собственной жизнью. Такой уровень внутренней атрибуции означает, что студенты склонны связывать успехи и неудачи с собственными усилиями и способностями, а не с внешними обстоятельствами. Лишь 8,3% надеются на внешние изменения, и столько же (8,3%) ожидают «ничего хорошего». Эти данные указывают на сформированную субъектную позицию большинства

студентов, что позитивно коррелирует с коэффициентом жизненной энергии. Субъектная позиция проявляется в готовности брать ответственность за принятие решений, проявлять инициативу и последовательно достигать поставленных целей. Таким образом, сочетание интернальности и активного жизненного настроя создает прочную основу для самореализации в учебной и профессиональной деятельности.

В вопросах, выявляющих коэффициент жизненной энергии, немалую роль играет общая удовлетворенность жизнью, являясь интегральным показателем психологического благополучия и выступая как ресурсный фактор VQ (Рис. 3). Низкая удовлетворенность коррелирует со снижением жизненной энергии. 66,6% респондентов (33,3% — «скорее удовлетворен», 33,3% — «довольно удовлетворен») демонстрируют позитивную оценку своей жизни. 8,3% — «абсолютно удовлетворен», 16,7% затрудняются с ответом. Отсутствуют респонденты с явной неудовлетворенностью (0% по категориям «абсолютно неудовлетворен», «не очень удовлетворен», 8,3% — «скорее неудовлетворен»). Это указывает на благоприятный фон для проявления жизненной силы, хотя отсутствие крайних степеней удовлетворенности может свидетельствовать и о некоторой амбивалентности.



Рисунок 3 – Диаграмма удовлетворенности своей жизнью

Оптимизм является ключевой аффективной составляющей жизненной силы, связанной с компонентом принятия риска и общим позитивным отношением к будущему (Рис. 4). 75% респондентов идентифицируют себя как оптимистов, верящих в лучшее. 25% выбирают пессимизм как стратегию «меньше разочарований». Преобладание оптимистической установки является ресурсным фактором VQ, обеспечивающим позитивный прогноз и устойчивость к неудачам. Но даже не смотря на пессимизм некоторых анкетированных, они все считают, что позитивному мировоззрению можно и нужно научиться. Это исключительно ресурсный пока-

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖИЗНЕННОЙ СИЛЫ НА ПРИМЕРЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ

затель, свидетельствующий о высокой готовности к участию в развивающих программах и открытости к психолого-педагогическому сопровождению. Данный факт создает благоприятные условия для реализации формирующего этапа исследования.

Кем идентифицируют себя респонденты

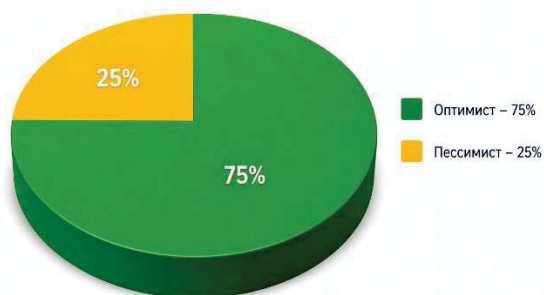


Рисунок 4 – Оптимизм - Пессимизм

В конце анкеты респондентов попросили оценить свой уровень жизненной энергии. Высокий уровень энергии — необходимое условие вовлеченности и способности справляться с задачами (Рис. 5). 41,7% студентов оценивают свой уровень жизненной энергии как высокий (66-100%), 50% — как средний (36-65%), 8,3% — как низкий (0-35%). Преобладание среднего и высокого уровней (91,7%) указывает на достаточный психофизиологический ресурс группы.

Самооценка жизненной энергии

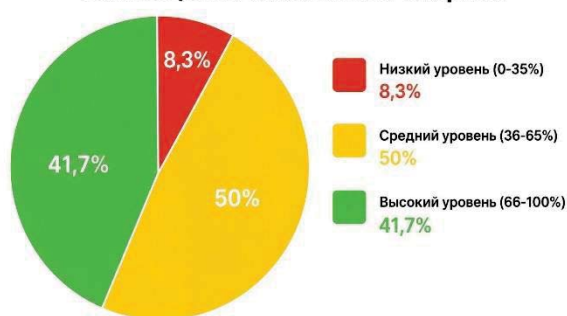


Рисунок 5 – Диаграмма самооценки жизненной энергии

В ходе исследования установлено, что у студентов строительного факультета преобладает средний уровень коэффициента жизненной силы при благоприятной динамике отдельных показателей. Так, 75% опрошенных причисляют себя к оптимистам, а 91,7% характеризуют свой энергетический запас как достаточный (средний или высокий). Ценностная система респондентов отличается устойчивостью: в приоритете находятся семья, любовь и профессиональная самореализация,

однако фиксируется сознательное уклонение от ситуаций, связанных с риском. Мотивационный профиль носит смешанный характер, при этом внутренние и внешние побуждения оказывают сопоставимое влияние. К числу основных препятствий для проявления жизненной активности отнесены неуверенность в себе и ориентация на мнение окружения. В то же время 75% студентов обладают интернальным локусом контроля, что служит надежной основой для укрепления витальных ресурсов. Особого внимания заслуживает выраженная готовность участников к освоению позитивного мироощущения и включению в программы личностного развития. Указанная особенность создает благоприятные возможности для целенаправленной коррекции выявленных ограничений и последовательного повышения общего уровня жизненной энергии в студенческой среде и профессиональной деятельности в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Люсин Д. В. Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: опросник ЭМИН / Д. В. Люсин // Психологическая диагностика. – 2006. – № 4. – С. 3–22.
2. Гарднер Г. Структура разума: теория множественного интеллекта / Говард Гарднер ; пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2007. – 512 с. – ISBN 978-5-8459-1153-7.

Ануфриев Даниил Сергеевич – студент факультета СТФ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», email: anufriev_daniil@list.ru;

Татаркина Юлия Николаевна – к.с.н., доцент кафедры ФиС ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: tun1955@mail.ru;

Ефременко Кирилл Николаевич – студент факультета СТФ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: efremenko.kirill.04@mail.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

М. А. Павленко, студент гр. 8САД-51, e-mail: LordNekron123@yandex.ru

С. Н. Павлов, к.т.н., доцент, e-mail: sergei_pavl@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Проблема автоматизации отслеживания состояния автомобильных дорог является актуальной в связи с высокими трудозатратами традиционных методов контроля и значительной протяжённостью дорожной сети. Целью исследования является создание методики автоматизированного выявления и классификации дефектов дорожного покрытия на основе совместного применения аэрофотосъёмки с беспилотных летательных аппаратов (БАС) и нейросетевых технологий. Предложен способ, объединяющий использование БАС для сбора информации и свёрточных нейросетей архитектуры Pyramid Attention Network с энкодером DenseNet121 для автоматической фиксации, выделения и распознавания повреждений асфальтового покрытия. Приведены формулы расчёта оптимальной высоты аэрофотосъёмки. Экспериментально доказана способность метода регистрировать трещины шириной до 1 см на 30-метровом участке дороги при съёмке с высоты 12 м. Точность автоматического обнаружения составила 92 %, полнота – 86 %, F-мера – 89 %. Определены основные источники ошибок (тени, посторонние предметы, изменение освещения) и предложены пути их устранения. Перспективными направлениями развития технологии являются расширение спектра выявляемых дефектов, оценка глубины повреждений и работа в реальном времени на борту беспилотника.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, нейронные сети, сегментация трещин, дефекты дорожного полотна, глубокое обучение, мониторинг дорог, Pyramid Attention Network, ортофотоплан, семантическая сегментация, аэрофотосъёмка, свёрточные нейросети, DenseNet121, выбоины, колея, фотограмметрия, ГИС, автоматизация диагностики.

Такие повреждения дорожного покрытия, как трещины, выбоины и колея, вносят существенный вклад в аварийность на дорогах [6]. По данным Госавтоинспекции, более 75 % всех ДТП происходит в городах, при этом основной или сопутствующей причиной каждого третьего происшествия является неудовлетворительное состояние дорог и улиц [7]. Классические методы визуального контроля и инструментальной диагностики характеризуются большими трудозатратами, зависимостью от человеческого фактора и значительными временными издержками. В качестве современного и эффективного решения всё чаще привлекают беспилотные летательные аппараты, дающие возможность получать сверхдетальные снимки трассы с последующей обработкой через алгоритмы глубокого обучения [1, 2, 8].

Цель исследования – создание методики автоматизированного выявления и классифи-

кации дефектов дорожной поверхности, основанной на совместном применении аэрофотосъёмки с БАС и нейросетевых технологий.

Источником исходных изображений служат беспилотники массой до 5 кг, отличающиеся высокой подвижностью и сравнительно невысокой стоимостью [9]. Наиболее рациональная область их использования – съёмка дорожных отрезков площадью до 10 км² [1]. Максимальный размер элемента снимка на местности не должен превышать 0,07 мм в масштабе итогового фотоплана [3]. При полете на высоте 12 метров с 12-мегапиксельной камерой достигается разрешение порядка 3 мм/пиксель, чего достаточно для обнаружения трещин шириной от 5 мм в соответствии с нормативами [3, 10]. Параметры съёмки вычисляются с поправкой на навигационные погрешности и особенности управления дроном. На практике зафиксиро-

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

ваны следующие отклонения: смещение перпендикулярно оси маршрута может достигать ± 10 м, ошибка выдерживания высоты – ± 15 м, рассогласование момента срабатывания затвора с расчетным центром – ± 5 м. Углы крена и тангажа между соседними кадрами способны меняться до 10° и 6° соответственно [1]. Учёт этих неточностей при расчёте расстояний между маршрутами и точками фотографирования гарантирует необходимое перекрытие снимков. Продольное перекрытие снимков должно быть не ниже 70 %, а поперечное – 30...40 % [2, 4, 11]. Для мультироторных беспилотников, сильно зависящих от ветра, продольное перекрытие рекомендуют увеличивать до 80 %, что исключает фотограмметрические разрывы. Съёмку ведут в утренние часы при сухой безветренной погоде – так минимизируются тени, блики и количество транспорта на дороге. После вылета строят ортофотоплан с помощью специализированного программного обеспечения, например Agisoft Photoscan [12].

Для обеспечения требуемого разрешения снимков и выявления дефектов шириной от 5 мм в соответствии с нормативами [3] необходимо рассчитать оптимальную высоту полёта беспилотного летательного аппарата. Высота фотографирования определяется на основе геометрических соотношений между фокусным расстоянием камеры, размером матрицы и требуемым пространственным разрешением на местности [9, 10].

Формула для расчёта максимальной высоты съёмки имеет вид [1, 2]:

$$H_{\max} = \frac{f \cdot GSD_{\text{req}}}{a}$$

где:

- $H_{\max}$ – максимальная допустимая высота фотографирования, м;
- f – фокусное расстояние камеры, мм;
- GSD_{req} – требуемое пространственное разрешение на местности (Ground Sample Distance), м/пиксель;

Для практических расчётов также используется следующая формула, учитывающая угол поля зрения камеры [9].

$$H = \frac{L_x \cdot f}{l_x \cdot m}$$

- a – физический размер одного пикселя матрицы, мм.

где:

- H – высота фотографирования, м;
- L_x – размер захватываемой области на местности вдоль маршрута, м;
- f – фокусное расстояние камеры, мм;
- l_x – линейный размер матрицы вдоль маршрута, мм;
- m – знаменатель масштаба создаваемого фотоплана.

При использовании 12-мегапиксельной камеры с размером пикселя $a = 1,4$ мкм и фокусным расстоянием $f = 4,73$ мм для достижения пространственного разрешения $GSD = 3$ мм/пиксель (что достаточно для обнаружения трещин шириной 5 мм) оптимальная высота полёта составляет:

$$H = \frac{4,73 \cdot 0,003}{1,4 \cdot 10^{-6}} \approx 10,1 \text{ м}$$

С учётом навигационных погрешностей и необходимости перекрытия снимков практическая высота полёта принимается равной 12 м, что подтверждено экспериментальными исследованиями [2, 3, 10].

Для выделения повреждённых участков применяется архитектура Pyramid Attention Network с энкодером DenseNet121 [5, 13]. Данное решение эффективно извлекает разномасштабные признаки, а механизмы внимания повышают точность пиксельной классификации. Энкодер DenseNet121 отвечает за извлечение характерных особенностей снимка; плотные блоки с прямыми межуровневыми связями позволяют максимально использовать признаки, ослабляют проблему затухания градиента и улучшают передачу информации [14]. Предварительное обучение на наборе ImageNet и технология переноса опыта заметно ускоряют сходимость сети. Детальное строение используемой нейросети показано на рисунке 2

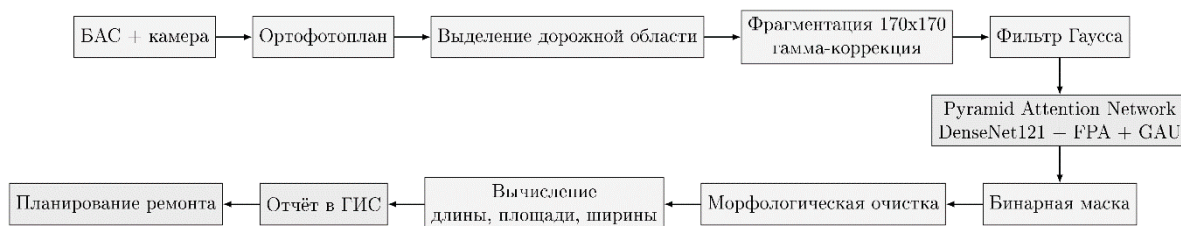


Рисунок 1 – Архитектура методики автоматизированного выявления дефектов дорожного покрытия

Между энкодером и декодером встроен модуль пирамидального внимания. Он агрегирует информацию на разных масштабах, используя свертки 3×3 , 5×5 и 7×7 , что обеспечивает точное попиксельное внимание и предотвращает потерю локальной пространственной информации [5]. Роль декодера выполняет модуль глобального апсемпла внимания, объединяющий низкоуровневые (пространственно-детальные) и высокоуровневые

(семантические) признаки. Итоговая функция потерь складывается из кросс-энтропии и Dice-потери – такой баланс позволяет одновременно контролировать пиксельную точность и общее качество сегментации. Оптимизация ведётся адаптивным алгоритмом Adam с полиномиальным законом изменения скорости обучения. Обобщённая архитектура предложенной методики представлена на рисунке 1.

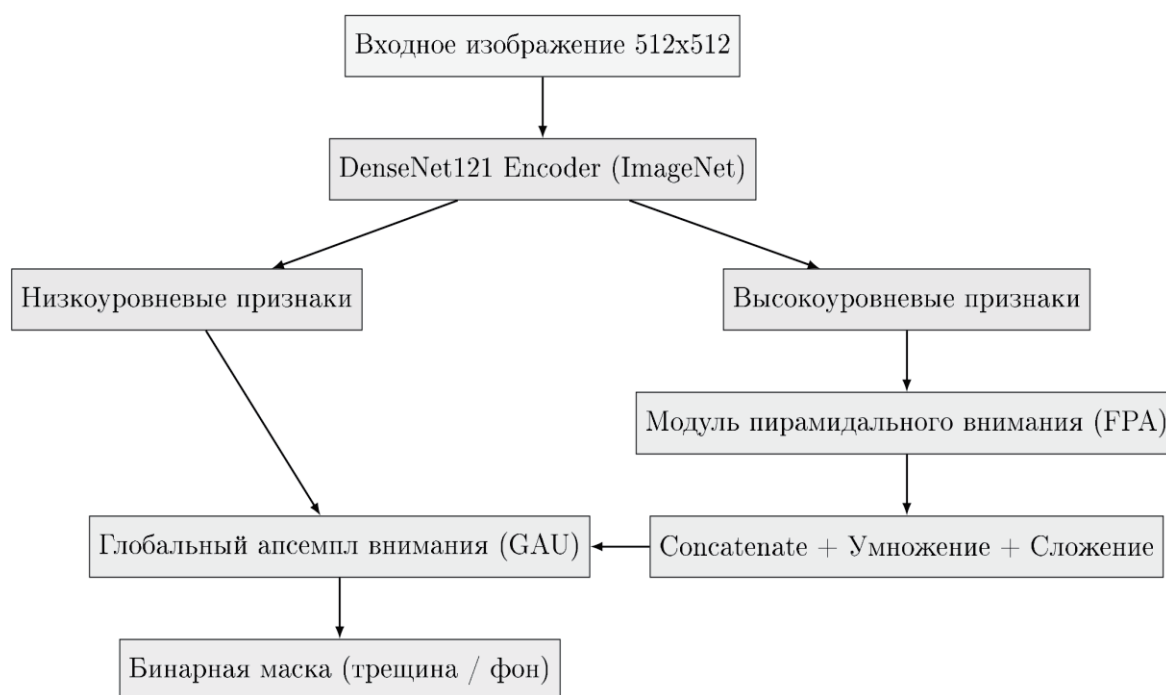


Рисунок 2 – Архитектура Pyramid Attention Network для сегментации трещин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ



Рисунок 3 – Последовательная цепочка операций обработки снимков

Обработка снимков строится как последовательная цепочка операций [2].

Последовательность этапов обработки снимков приведена на рисунке 3. На первом шаге из ортофотоплана выделяют только дорожную область, исключая обочины и фон. Для этого анализируют гистограммы яркости в каналах RGB: распределение значений для асфальта и придорожной зоны заметно различается [2]. Вычисление средних и дисперсий по каждому каналу позволяет построить эффективный алгоритм выделения дорожной поверхности. Вторым шагом изображение делят на фрагменты около 170×170 пикселей ($0,5 \times 0,5$ м на местности) и выполняют гамма-коррекцию для выравнивания контраста. Это компенсирует неравномерность

освещения и улучшает различимость мелких повреждений. Третий шаг – детекция и сегментация дефектов обученной нейросетью, которая для каждого фрагмента выдает бинарную маску: какие пиксели относятся к дефекту. Перед подачей в сеть снимок обрабатывают фильтром Гаусса, чтобы сгладить резкие перепады яркости по краям трещин. Четвертым шагом бинарную карту очищают от шумов морфологическими операциями, затем для каждого обнаруженного объекта вычисляют геометрические параметры (длину, площадь, ширину) методом обхода контура [2]. На основе этих параметров и анализа формы дефект относят к трещине или выбоине (Рисунок 4).

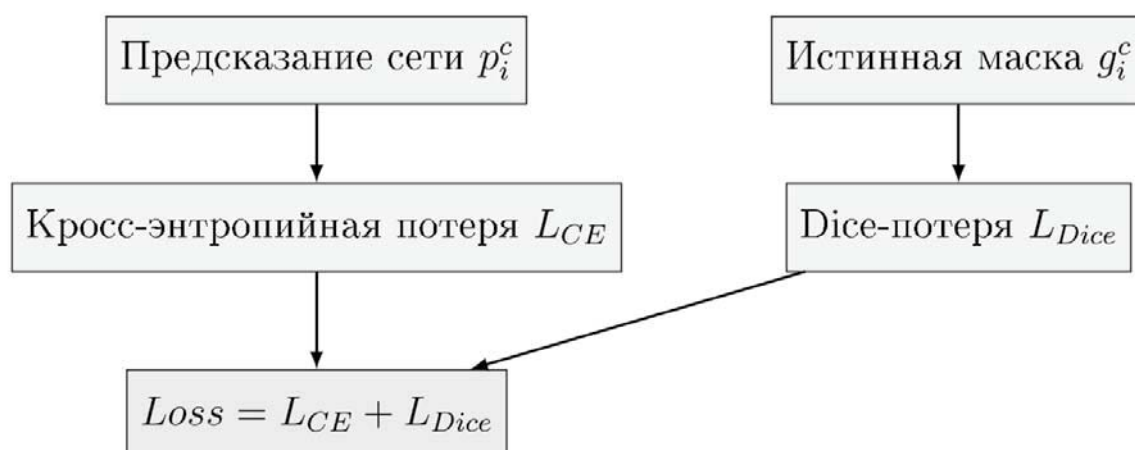


Рисунок 4 – Структура функции потерь (кросс-энтропия + Dice)

Структура функции потерь визуализирована на рисунке 4. На заключительном этапе формируется отчет с географическими координатами, типом и размерами каждого дефекта, который передается в ГИС для визуализации и планирования ремонта [2, 11].

Опыты проводили на 30-метровом отрезке дороги. Съёмка велась с беспилотника на высоте 12 м в утреннее время. Результаты автоматического обнаружения показали: точность – 92 %, полнота – 86 %, F-мера – 89 %. Подтверждена способность метода регистрировать трещины шириной менее 1 см, что полностью соответствует нормативам. Полученные результаты сопоставимы с современными исследованиями в этой области [13, 15]. Основные источники ошибок – тени от деревьев и столбов, посторонние предметы на асфальте, следы шин, масляные пятна, а также изменение цвета покрытия при разном освещении и влажности. Чтобы повысить устойчивость алгоритма, необходимо расширять обучающую выборку снимками, сделанными в различных погодных условиях и в разное время суток, а также активнее применять аугментацию данных. Перспективные направления совершенствования технологии включают расширение спектра выявляемых дефектов (колея, просадки), разработку методов оценки глубины повреждений по фотограмметрическим данным, а также оптимизацию алгоритмов для работы в реальном времени прямо на борту беспилотника [2, 5, 15]. Предложенная методика позволяет получать ортофотопланы с разрешением, достаточным для фиксации дефектов по нормативам; автоматизировать процессы обнаружения и классификации повреждений, снижая влияние человеческого фактора; количественно

оценивать параметры дефектов для планирования ремонтов. Для полноценного внедрения нужны: совершенствование нормативной базы, развитие технической инфраструктуры, увеличение финансирования и подготовка кадров [1, 2, 4, 8].

Таким образом, беспилотные авиационные системы выступают перспективным инструментом повышения безопасности дорожной инфраструктуры, внедрение которого должно быть взвешенным с учётом технических, организационных и экономических факторов. Разработанная методика может быть интегрирована с существующими системами мониторинга дорог [11] и использована для автоматизации процессов диагностики состояния дорожного покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костюк, А. С. Особенности аэрофотосъёмки со сверхлегких беспилотных летательных аппаратов / А. С. Костюк // Омский научный вестник. – 2011. – № 1. – С. 236-240.
2. Катаев, М. Ю. Методика обнаружения дефектов дорог с использованием изображений, полученных с беспилотных летательных аппаратов / М. Ю. Катаев, Е. Ю. Карташов, В. Д. Авдеенко // Компьютерная оптика. – 2023. – Т. 47, № 3. – С. 464-473.
3. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – Москва: Роскартография, 2002. – 100 с.
4. Сечин, А. Ю. Беспилотный летательный аппарат. Часть 2: Применение в целях аэросъёмки для картографирования / А. Ю. Сечин, М. А. Дракин, А. С. Киселева. – Москва: Ракурс, 2011. – 12 с.
5. Wang, W. Convolutional Neural Network-Based Pavement Crack Segmentation Using Pyramid

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Attention Network / W. Wang, C. Su // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 206548-206558.

6. Мартынюк, С. Н. Использование беспилотных летательных аппаратов в обеспечении безопасности дорожного движения / С. Н. Мартынюк, В. Б. Косовский // Теория и практика общественного развития. – 2021. – № 2. – С. 50-54.

7. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Госавтоинспекция МВД России. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 15.04.2026).

8. Антонов, М. О. Распознавание и отслеживание дефектов дорожного полотна в реальном времени на основе комплексного использования стандартных вычислительных процедур и глубоких нейронных сетей / М. О. Антонов, И. О. Темкин // Программные продукты и системы. – 2024. – Т. 37, № 3. – С. 421-430.

9. Михеева, А. А. Аэросъемка с беспилотного летательного аппарата / А. А. Михеева, В. В. Ялтыхов, П. Ф. Парадня // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2019. – № 8. – С. 185-193.

10. Гриценко, П. А. Управление движением квадрокоптера по заранее заданной траектории / П. А. Гриценко, А. С. Кремлев, Г. М. Шмигельский // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 4 (86). – С. 22-27.

11. Канаева, И. А. Сегментация дефектов дорожного полотна на основе нейросетевого ансамбля / И. А. Канаева, В. Г. Спицын // Компьютерная оптика. – 2024. – Т. 48, № 6. – С. 75-88.

12. Agisoft Photoscan : руководство пользователя. – 2016. – 113 с.

13. Huang, J. Research on Automatic Identification of Asphalt Pavement Defects Based on Deep Learning / J. Huang, X. Zhang, Z. Zhang // IEEE. – 2024. – P. 20-40.

14. Бредихин, А. И. Алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей / А. И. Бредихин // Вестник Брянского государственного университета. – 2019. – № 1. – С. 41-54.

15. Liu, L. Pavement Breakage Detection from Unmanned Aerial Vehicle Viewpoint Based on Improved Detr / L. Liu // ANPCAI. – 2024. – P. 12-20.

Павленко Максим Александрович – студент группы 8САД-51, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: LordNekron123@yandex.ru

Павлов Сергей Николаевич – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: sergei_pavl@mail.ru

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

А. А. Ковнер, А. Е. Фролова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье обоснована актуальность разработки технологии функционального молочного мусса с использованием симбиотических заквасочных культур. Объект исследования - молочный десерт, обогащенный пробиотическими и пребиотическими микроорганизмами. Предметом исследования являются потребительские предпочтения в отношении молочных десертов, содержащих симбиотические заквасочные культуры, а также оценка перспектив и возможностей их использования при разработке и производстве таких продуктов. Поставлена цель обосновать разработку молочного мусса с комбинацией про- и пребиотиков как функционального десерта, отвечающего современным потребительским предпочтениям и трендам здорового питания, основываясь на результатах, полученных в ходе социологического опроса населения г. Барнаула, а также анализа научно-патентной литературы. В ходе выполнения работы были проанализированы данные анкетирования жителей г. Барнаула и построены диаграммы, отражающие полученные результаты. Также в ходе исследования проведен научно-патентный поиск информации для понимания текущего состояния дел в области разработки десертов с пробиотическими и пребиотическими компонентами. Для обоснованного выбора компонентов будущего молочного десерта проведен сравнительный анализ наиболее распространенных пробиотиков и пребиотиков. В результате исследования получены данные о том, что молочные десерты популярны среди потребителей, но обладают низкой пищевой ценностью; разрозненное добавление пробиотиков и пребиотиков в различные молочные продукты улучшает их свойства, но комплексных разработок с симбиотическими в молочные десерты не выявлено, что повышает актуальность данной работы.

Ключевые слова: кондитерские изделия, мусс молочный, пробиотики, пребиотики, симбиотические заквасочные культуры, здоровое питание, потребительские предпочтения, научно-патентная литература, обогащенные продукты, функциональные продукты.

ВВЕДЕНИЕ

Кондитерские изделия — это важная часть традиционной структуры питания населения, которая выполняет не только энергетическую функцию, но и функцию «наслаждения». Однако, под влиянием современных тенденций на здоровый образ жизни и правильное питание, наблюдается смещение акцентов в питании в сторону тех продуктов, которые приносят дополнительную пользу для организма. Потребители все чаще обращают внимание на состав, пищевую ценность и потенциальную пользу продуктов. Данные факты привносят долю несогласованности: с одной стороны, спрос на классические кондитерские изделия снижается из-за их высокой калорийности, с другой - потребность в «здоровых» десертах, способных приносить удовольствие без вреда для здоровья, растет [1].

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка десертов с «пра-

вильным» составом. Такие продукты должны сочетать в себе привлекательные органолептические свойства и функциональные ингредиенты (пробиотики, пищевые волокна, витамины и т.д.).

Исходя из актуальности была сформулирована цель работы: обоснование возможности разработки молочного мусса с добавлением комбинации про- и пребиотиков как функционального десерта, сочетающего привлекательные органолептические свойства с пользой для здоровья, с учётом современных потребительских предпочтений и тенденций здорового питания.

МЕТОДЫ

В рамках настоящего исследования были проведены теоретические работы. Данные исследования были разделены на этапы.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

На первом этапе нами были изучены потребительские предпочтения в отношении молочного десерта, включающего в себя комплекс симбиотических заквасочных культур посредством проведения опроса жителей г. Барнаула в период с 01 февраля по 31 марта 2026 года. Результаты данного анкетирования проанализированы ниже

Второй этап был посвящен проведению систематизации и анализа научно-патентной литературы, для понимания текущего состояния дел в отрасли разработки десертов с пробиотическими и пребиотическими компонентами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже проанализированы результаты проведенного анкетирования.

В опросе приняли участие 288 респондентов. Анализ социально-демографического портрета опрошенных показывает, что гендерное распределение свидетельствует о доминировании женщин (77,8%) над мужчинами (22,2%). Это важная деталь, так как традиционно считается, что за выбор продуктов питания в семье чаще отвечает женщина, однако, результаты показывают достаточно высокий интерес и со стороны мужского пола.

Возрастной состав включает группы населения от 15 до 50 и более лет. Наиболее активными респондентами выступили лица в возрасте 19-25 лет и 26-35 лет, что показывает возрастную группу экономически активного населения, часто следящего за трендами питания.

Относительно профессиональной принадлежности, почти третья часть опрошенных (30,6%) составляют специалисты, еще 10,4% - руководители, что в сумме составляет около 41% респондентов с высоким социальным статусом. Значительная часть рабочих (12,8%), студентов (17%) и государственных служащих (8,3%), а также небольшой процент безработных (5,6%) и пенсионеров (5,6%) также способствует включению мнений разнообразных групп населения в исследовательский материал.

Ключевым результатом анкетирования является оценка уровня заинтересованности в здоровом питании и потреблении кисломолочных продуктов. Респонденты в количестве 55,2% регулярно (несколько раз в неделю) употребляют кисломолочные продукты (йогурты, кефир, творожки и т.д.), что может говорить о том, что «здоровая» привычка сформирована примерно у половины аудитории. Еще 35,4% приобретают кисломолочные продукты иногда (раз в неделю и реже), что в

сумме с первой группой дает 90,6% - абсолютное большинство потенциальных потребителей уже знакомо с продуктами такого рода и регулярно употребляют их в пищу (рисунок 1).



Рисунок 1 - Употребление кисломолочных продуктов

При этом 47,9% респондентов всегда обращают внимание на этикетку продукта (состав, срок годности, наличие полезных свойств), а 46,9% делают это иногда, если есть время или покупают по привычке или внешнему виду. Лишь 5,2% опрошенных приобретают продукты не обращая внимание на этикетку. Данные показатели являются очень важными, так как говорят о том, что аудитория осознанно подходит к выбору и готова изучать информацию о продукте, что создает благоприятные условия для вывода на рынок новинок с четко обозначенными полезными свойствами.

Осведомленность респондентов о пробиотиках находится на довольно высоком уровне: 44,8% хорошо знают, что такое пробиотики и стараются употреблять продукты, имеющие их в составе; 44,1% опрошенных иногда слышат о понятии «пробиотики», но не придают ему особого значения; и лишь 11,1% столкнулись с этим понятием впервые.

Таким образом, почти 90% аудитории в той или иной степени знакомы с концепцией пробиотиков. Это означает, что при продвижении нового продукта не потребуются масштабных образовательных кампаний – достаточно будет сделать акцент на уже известных потребителю полезных свойствах.

Следует отметить, что при выборе молочного десерта для большинства респондентов наиболее важными критериями являются: натуральный состав (отсутствие искусственных добавок) - 56,9%; наличие полезных свойств (49%), а также вкус и аромат (46,2%). Данные сведены в график, представленный на рисунке 2.



Рисунок 2 - Значимые факторы для потребителей при выборе молочного десерта

Что касается предпочтений относительно консистенции, в результатах наблюдается такое распределение: воздушная, пористая, нежная - 46,2%, густая, пастообразная - 26,9%, питьевая - 20,1% и 3,8% - желеобразная. Такие результаты говорят о том, что на рынке среди потребителей большой спрос на «легкие», воздушные десерты с нежной текстурой, которые, возможно, воспринимаются как нечто более изысканное, чем обычный йогурт или творожок (рисунок 3).

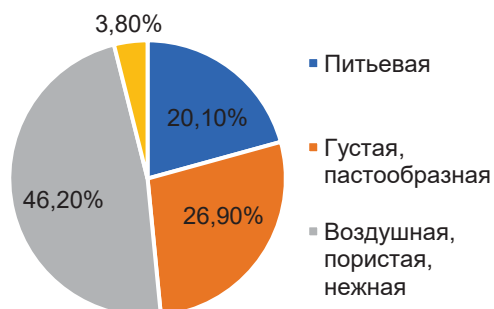


Рисунок 3 - Отношение к консистенции молочного десерта

На прямой вопрос о востребованности молочного мусса функционального назначения ответы распределились следующим образом: 46,5% - «Да, это была бы отличная альтернатива обычным йогуртам», около 40% - «Возможно, если понравится вкус» и лишь 5,6% ответили отрицательно, заявив, что предпочитают разделять «полезное» и «вкусное».

Блок вопросов, касающийся чувствительности к цене нового продукта - молочного мусса функционального назначения, является одним из ключевых в данном опросе. 53,7% респондентов отметили, что готовы платить немного больше за продукт с доказанной пользой, если цена будет незначительно выше аналогов, а 38,3% выбрали ва-

риант ответа «Да, здоровье важнее». Суммарно эти данные будут составлять около 92% аудитории. Лишь 8% опрошенных не видят смысла в том, чтобы «переплачивать» (рисунок 4).

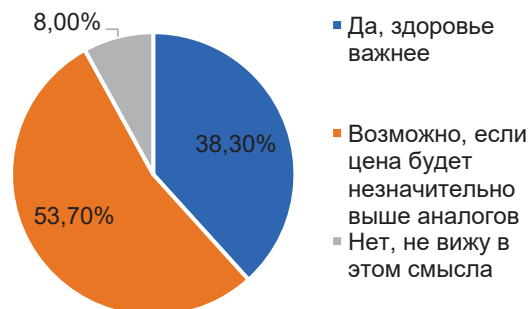


Рисунок 4 - Готовность потребителей платить немного больше за молочный десерт, если он будет обладать доказанным пробиотическим действием

Ранее нами был проведен анализ ассортимента десертов, представленных на рынке, а также анализ потребительских предпочтений, в ходе которого было выяснено, что одним из наиболее перспективных направлений будет являться создание молочного мусса [2].

В соответствии с современными тенденциями, которые согласованы с опросом мусс должен обладать функциональными свойствами, чего можно добиться благодаря применению симбиотических заквасочных культур. Ключевое достоинство такого продукта — удачное сочетание нежнейшей текстуры и приятного вкуса классического десерта с выраженным оздоровительным эффектом для пищеварительной и иммунной систем. Преимущество симбиотических культур заключается в создании оптимальной среды для жизнедеятельности полезных микроорганизмов, что гарантирует их высокую активность и устойчивость. Этот факт делает мусс идеальным выбором для приверженцев здо-

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

рового образа жизни, позволяя совмещать заботу о микрофлоре кишечника с употреблением вкусного десерта без ущерба для диеты. Дополнительным преимуществом технологии является частичное расщепление лактозы в процессе ферментации, что делает продукт доступным для людей с ее непереносимостью и расширяет целевую аудиторию полезного лакомства.

В ходе исследований, проведенных ранее, нами была разработана рецептура молочного мусса, в состав которого входили такие компоненты как: молоко питьевое 2,5% жирности, подсластитель Монк Фрукт, молочко маточное пчелиное адсорбированное и загуститель агар-агар [1]. В настоящее время нами было принято решение обогатить данную рецептуру комбинацией про- и пребиотиков.

В ходе анализа нами были рассмотрены патенты и научные статьи со следующим содержанием: существующие десерты, обогащенные пробиотиками; десерты, содержащие пребиотики (в частности инулин); а также опыт применения симбиотических культур в некоторых кондитерских изделиях [3; 4; 5; 6].

На основе проведенного анализа мы сделали ключевой вывод: комбинированное использование пробиотиков и пребиотиков (симбиотиков) в молочных муссах является недостаточно изученным направлением, которое практически не реализовано на практике. Большинство существующих разработок фокусируется либо на одном из этих компонентов, либо на ограниченных способах их применения.

Для того чтобы обоснованно выбрать компоненты для будущего молочного десерта, мы провели сравнительный анализ наиболее распространенных про- и пребиотиков, таких как лактобактерии, бифидобактерии, инулин и лактулоза.

В разделе пробиотиков были рассмотрены две группы микроорганизмов. Лактобактерии, выделяемые из кисломолочных продуктов, ферментированной пищи и биологически активных добавок, участвуют в расщеплении лактозы, поддерживают баланс микрофлоры и способствуют укреплению местного иммунитета, однако отдельные штаммы проявляют чувствительность к антибиотикам и высоким температурам; они находят применение в йогуртах, кефире, сырах и заквасках. Бифидобактерии, доминирующие в микрофлоре младенцев и присутствующие в кисломолочных продуктах, БАДах и материнском молоке, подавляют рост патогенов, синтезируют витамины и поддерживают целостность слизи-

стой кишечника, но при этом чувствительны к кислой среде желудка; их используют в детских молочных смесях, биокефире и пробиотических добавках.

В разделе пребиотиков нами были охарактеризованы инулин и лактулоза. Инулин, источниками которого служат корень цикория, топинамбур, агав, лук и чеснок, стимулирует рост бифидобактерий, улучшает усвоение кальция и обладает низким гликемическим индексом, однако в больших дозах способен вызывать метеоризм и кишечный дискомфорт; он применяется в функциональных хлебобулочных изделиях, молочных десертах, батончиках и напитках. Лактулоза синтезируется из лактозы и в малых количествах присутствует в молоке, оказывает выраженное слабительное действие и стимулирует рост лактобактерий, но является фармакологическим средством, дозировка которого должна определяться врачом, и не относится к пищевым волокнам в классическом понимании; её используют в фармацевтических препаратах и специализированных лечебных продуктах [7; 8].

Изучив то, какими свойствами обладают про- и пребиотики, можно сказать, что данные продукты могут быть использованы при создании десертов, а следовательно, и молочных муссов.

Именно поэтому целью нашего дальнейшего исследования является создание опытных образцов с применением данных компонентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование подтвердило актуальность разработки молочного мусса с комбинацией про- и пребиотиков. Анкетирование 288 жителей Барнаула показало: 90,6% регулярно или периодически употребляют кисломолочные продукты, почти 90% знакомы с концепцией пробиотиков, а 92% готовы платить немного больше за продукт с доказанной пользой. 86,5 % респондентов заинтересованы в молочном муссе функционального назначения, причём 46,2 % предпочитают воздушную, нежную консистенцию. Анализ научно-патентной литературы выявил дефицит разработок с комбинированным использованием симбиотиков в молочных муссах. Таким образом, создание такого десерта отвечает современным трендам здорового питания и потребительским ожиданиям, сочетая повышенные органолептические свойства продукта с положительным влиянием на здоровье. Одной из задач дальнейшего исследования будет проведение

апробации некоторых симбиотиков с целью возможности комбинирования и выбора лучшей комбинации для создания молочного мусса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Исследование потребительских предпочтений на рынке низкокалорийных десертов / А. Р. Муратова, Е. И. Сафонова. – Текст : непосредственный // Научное обозрение. Экономические науки. – 2021. – №3. – С. 47-51 (дата обращения: 25.04.2026);

2 Ковнер, А. А. Актуальность разработки обогащенного сывяного кондитерского изделия [Электронный ресурс] / А. А. Ковнер, А. Е. Фролова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXIV Международной научно-практической конференции. – 2025. – С. 39 - 42. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82141307> (дата обращения: 13.12.2025);

3 Пат. RU 2813991 С1 Рос. Федерация. Кисломолочный десерт / Радуй М. А., Огнева О. А., Абросимова П. С.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». – № 2022129874; заявл. 17.11.2022; опубл. 21.02.2024. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://clck.ru/3Sfec9> (дата обращения: 29.11.2025);

4 Пат. RU 2819879 С1 Рос. Федерация. Способ производства замороженного десерта / Егушова Е. А., Захаренко М. А.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецовка». – № 2024107331; заявл. 21.03.2024; опубл. 28.05.2024. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://clck.ru/3Sfecz> (дата об

ращения: 29.11.2025);

5 Пат. RU 2696544 С1 Рос. Федерация. Композиция для производства молочного десерта / Коновалов С. А., Гаврилова Н. Б.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». – № 2018129405; заявл. 10.08.2018; опубл. 02.08.2019. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://clck.ru/3Sfedw> (дата обращения: 29.11.2025);

6 Коркач А. В., Крусир Г. В., Разработка инновационных технологий помадных конфет с синбиотиками / Г. В. Крусир // Прочие технологии, 2017. – № 3. – С. 50 - 55. – URL: <https://clck.ru/3Sfees> (дата обращения: 29.11.2025);

7 Зудина Н. А., Современные представления о пре- и пробиотиках, их роль в поддержании иммунологического гомеостаза / М. Н. Лебедева // Бюллетень медицинских интернет конференций, 2014. – № 5. – С. 516. – URL: <https://clck.ru/3Sfefq> (дата обращения: 29.11.2025);

8 Бельмер С. В., Пребиотики, инулин и детское питание / Т. В. Гасилина // Вопросы современной педиатрии, 2010. – № 3. – С. 121 - 125. – URL: <https://clck.ru/3Sfege> (дата обращения: 29.11.2025).

Ковнер А. А. – магистрант по направлению 19.04.01 «Биотехнология», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: anna.kovner.03@mail.ru.

Фролова Александра Евгеньевна – к.т.н., доцент кафедры «Технология продуктов питания», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: frolovaae@altgtu.ru.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ МЕЛАССЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЁ В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД

М. А. Грицай, С. С. Бутерус, Е. П. Каменская

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье рассматриваются различные способы обработки свекловичной мелассы, такие как ферментативный и кислотный гидролиз, а также очистка перекисью водорода. Описаны физико-химические показатели мелассы, позволяющие использовать её в качестве основного компонента среды при культивировании микроорганизмов. Установлено, что наиболее перспективным способом обработки свекловичной мелассы является ферментативный гидролиз с применением ферментного препарата «Инвертаза», при котором содержание редуцирующих сахаров достигает максимальных значений.

Ключевые слова: меласса, бактериальная целлюлоза, кислотный гидролиз, обработка перекисью водорода, питательная среда, ферментативный гидролиз.

Бактериальная целлюлоза (БЦ) – перспективный биополимер, синтезируемый некоторыми микроорганизмами и обладающий уникальными свойствами, который отличается от своего растительного аналога высокой химической чистотой (отсутствие лигнина, гемицеллюлозы и др. компонентов), высокой механической прочностью, эластичностью, повышенной влагоудерживающей способностью, высокой степенью полимеризации и кристалличности, устойчивостью к воздействию химических сред и отличной биосовместимостью [1]. Благодаря этим преимуществам БЦ находит все большее применение в различных областях медицины, фармацевтики, биологии, косметологии, в бумажной и упаковочной промышленности, энергетике, экологии, пищевой промышленности, при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод и др. При этом производство БЦ является весьма дорогостоящим процессом, поэтому использование недорогих, но богатых питательными веществами побочных промышленных продуктов в качестве субстрата для ферментации может уменьшить производственные затраты и повысить конкурентоспособность данного производства [2].

Для снижения себестоимости технологии производства бактериальной целлюлозы все более привлекательным становится использование побочных продуктов сахарной промышленности, а именно мелассы, как относительно дешевого источника углерода в составе питательных сред при культивировании микроорганизмов [3].

Россия входит в десятку ведущих производителей сахарной свеклы во всем мире. Сахарное производство в России ежегодно

вырабатывает большое количество отходов, в том числе свекловичную мелассу (5 % от всех вторичных продуктов), количество которой составляет около 1,4-1,6 млн т. [4,5]

Меласса – это межкристальный раствор, отделенный при центрифугировании утфеля на конечной стадии кристаллизации, представляющий собой густую, вязкую жидкость темно-коричневого цвета с высоким содержанием углеводов. Меласса является хорошим источником питательных веществ и одним из наиболее экономичных источников углерода в микробиологической промышленности, поскольку содержит высокие концентрации углеводов, необходимые микроэлементы, а также в ней присутствуют аминокислоты и другие азотсодержащие соединения. Меласса с успехом используется в качестве субстрата для ряда ферментаций, таких как производство лимонной кислоты, глутамата, ацетона, а также в качестве сырья для биоэтанола, удобрения для почвы, кормовой добавки, ароматизатора в некоторых продуктах [6,7].

Целью данной работы является сравнение различных способов обработки мелассы свекловичной для использования её в качестве компонента питательных сред при биосинтезе бактериальной целлюлозы.

В качестве объекта исследования в работе использовалась свекловичная меласса, полученная при производстве сахара на предприятии ОА «Черемновский сахарный завод» (с. Черемное).

Сравнение экспериментальных данных и нормативных значений по её физико-химическому составу установленных ГОСТ 30561-2017 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели мелассы свекловичной

Наименование показателя	Значение показателя	
	Экспериментальные данные	ГОСТ 30561-2017
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	79,0	75,0
Массовая доля сахарозы по прямой поляризации, %, не менее	60,26	43,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %, не более	1,0	1,0
Водородный показатель, pH	7,29	от 6,5 до 8,5
Массовая доля аминного азота, %	1,0	–

Как видно из таблицы 1, исследуемый образец мелассы по физико-химическим показателям полностью удовлетворял требованиям ГОСТ 30561-2017. Высокое содержание сахарозы – 46 %, дает возможность использования свекловичной мелассы в качестве компонента питательной среды при синтезе бактериальной целлюлозы, поскольку углеводы являются одним из основных источников энергии для микроорганизмов. Помимо высокого содержания сахарозы меласса содержит в достаточных количествах минеральные, азотистые и безазотистые органические вещества. Азотистые вещества, содержащиеся в свекловичной мелассе играют важную роль не только в питании и развитии бактерий, но и повышают их устойчивость к средам с низкими показателями pH.

Исходя из вышеуказанных факторов, таких как большие объемы выработки и высокое содержание веществ, хорошо усваиваемых микроорганизмами, применение мелассы в качестве основного компонента для питательной среды для роста микроорганизмов

можно считать перспективной возможностью. При этом, многие виды микроорганизмов, используемые при биосинтезе целлюлозы способны метаболизировать фруктозу, глюкозу, глицерин, органические жирные кислоты, однако не имеют фермента сахаразы, который гидролизует сахарозу. Поэтому для эффективного накопления полимера с использованием мелассы в качестве компонента среды, необходима её предварительная обработка для гидролиза сахарозы до мономеров – фруктозы и глюкозы. Кроме того, важным условием благополучного сбраживания мелассы является адсорбции несахаров, удаления ингибиторов роста и метаболизма микроорганизмов.

С целью сравнения эффективности применения различных способов предварительной обработки мелассы в исследовании были испытаны три метода: кислотный, ферментативный и с помощью H_2O_2 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схемы различных способов обработки мелассы

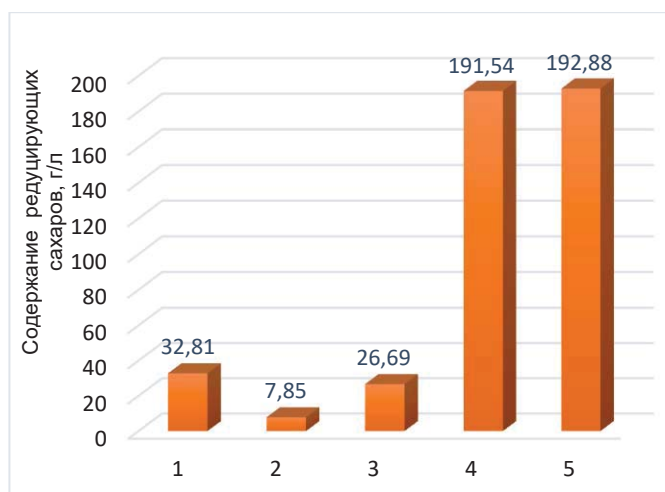
ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ МЕЛАССЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЁ В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД

При кислотном гидролизе меласса разводилась дистиллированной водой в различных соотношениях (1:1 и 1:10), затем приготовленный раствор доводили до pH = 3,0 с помощью 6 М раствора H_2SO_4 . Далее подкисленная меласса выдерживалась при температуре 60 °С в течение 60 минут, после чего центрифугировалась при 9000 об./мин в течение 20 минут для отделения твердых веществ. После отделения надосадочной жидкости добавляли 10 М раствор щелочи NaOH для возвращения уровня pH=7,0.

На первом этапе обработки мелассы с помощью перекиси водорода её разбавляли дистиллированной водой до достижения концентрации растворимых сухих веществ 40-45 %. Затем в предварительно нагретый до температуры 55 °С, раствор мелассы добавляли H_2O_2 концентрацией 40 % в количестве 5 % от общей массы мелассы. Полученный раствор выдерживали в течение 30 минут до полного растворения перекиси водорода и осадения несахаров, далее остужали и фильтровали.

При использовании ферментативного гидролиза мелассу разбавляли дистиллированной водой в соотношении 1:2. Затем раствор центрифугировали при 9000 об./мин в течение 15 минут. Затем после отделения осадка вносили ферментный препарат «Инвертаза» (ТД «БиоПрепарат», г. Воронеж) в количестве 0,1 % и 0,3 % от общей массы разведенной мелассы. Далее доводили pH кислотой до 5,0 и выдерживали при оптимальной температуре 55 °С в шейкере-инкубаторе при 100 об/мин в течение 3-х часов. После окончания ферментализации нейтрализовали щелочью до pH=7,0.

Для определения содержания редуцирующих сахаров (РС) в обработанной мелассе был использован метод Бертрана (перманганатный), основанный способности РС в щелочной среде восстанавливать оксид двухвалентной меди из раствора Фелинга до одновалентного оксида меди. Выделенный осадок Cu_2O растворяли в кислом растворе сульфата железа (3+) и образующееся при этом эквивалентное количество сульфата железа (2+) титровали раствором перманганата калия. Сравнительный анализ, количества редуцирующих сахаров в мелассе, обработанной различными методами представлен на рисунке 2.



- 1 - термокислотный гидролиз в разведении 1:1;
- 2 - термокислотный гидролиз в разведении 1:10;
- 3 - очистка перекисью водорода;
- 4 - ферментативный гидролиз с концентрацией фермента инвертазы 0,1 %;
- 5 - ферментативный гидролиз с концентрацией фермента инвертазы 0,3 %

Рисунок 2 – Содержание редуцирующих сахаров при различных способах обработки свекловичной мелассы

В результате проведенных экспериментов было установлено, что наибольшее накопление редуцирующих сахаров отмечается в растворах мелассы обработанных с использованием ФП «Инвертаза», причем достоверных различий в показателях РС при внесении дозировок 0,1 % и 0,3 % не выявлено, следовательно оптимальной можно считать меньшую дозу внесения – 0,1 %. Минимальное количество РС – 7,85 % отмечено в мелассе обработанной кислотным способом при гидромодуле 1:10.

Таким образом, исследование физико-химического состава мелассы показало целесообразность её использования в качестве основного компонента питательной среды при биосинтезе бактериальной целлюлозы.

Кроме того, предварительная обработка с применением ФП «Инвертаза» в дозировке 0,1 % от общей массы мелассы в течение 180 минут при температуре 55 °С позволяет увеличить содержание РС до 191,54 г/л, что необходимо для полноценного протекания процесса культивирования микроорганизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Andriani D., Apriyana A.Y., Karina M. The optimization of bacterial cellulose production and its applications: a review // *Cellulose*. 2020. № 27. P. 6747–6766.
2. Tsouko E. et al. Bacterial cellulose production from industrial waste and byproduct streams // *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16, № 7. P. 14832–14849.
3. Medjeber N., Abbouni B. et al. Screening and production of polyhydroxyalcanoates by *Bacillus megaterium* by the using cane and beet molasses as carbon sources // *Der Pharmacia Lettre*. 2015. V. 7. №6. P. 102–109.
4. Gray R. Sugar update. Annual Russian Federation // *Global Agricultural Information Network*. 2017. P.1–23.
5. Пузанова Л.И. и др. Российский и мировой рынок побочных продуктов свеклосахарного производства // *Научное обеспечение агропромышленного производства: мат. Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 29-31 января 2014 г.* Курск: Изд-во КГСХА, 2014. С. 150-154.
6. Gopal A.R., Kammen D.M. Molasses for ethanol: The economic and environmental impacts of a new pathway for the lifecycle greenhouse gas analysis of sugarcane ethanol // *Environ. Res. Lett.* 2009. V. 224. №4. P. 1748-9326.
7. Saxena R., Adhikari D., Goyal H. Biomass-based energy fuel through biochemical routes: A review // *Renewable Sustainable Energy Reviews*. 2007. V. 13. №1. P. 167-178.

Грицай Михаил Александрович – студент кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: greczkijm@mail.ru

Бутерус София Сергеевна – студент кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: sofiabuterus206@gmail.com

Каменская Елена Петровна – к.б.н., доцент кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: ekam2007@yandex.ru

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД АСПИРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Н. А. Перевалов, Ю. И. Гаврин, И. С. Кадничанский, О. Н. Терехова
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Проведен анализ лабораторного аспирационного оборудования, дана характеристика вводимого стенда аспирационной установки, проведен анализ распределения давлений в вентиляционной сети лабораторного стенда, приведены результаты предварительных испытаний.

Ключевые слова: аспирация, вентиляция, воздуховод, воздух, пыль, стенд, испытание, циклон, пылеуловитель, аэродинамическое сопротивление.

Под термином «аспирация» понимается вид промышленной вентиляции, главная задача которого — формирование регулируемого разрежения и отвод воздушных масс с примесями (пыль, пар, дым, летучие соединения), возникающими при работе оборудования.

Принципиальная схема работы аспирационных систем построена на отсасывании воздуха из внутренних объемов технологических агрегатов. Вследствие этого внутри оборудования создается зона пониженного давления, которая не даёт загрязнениям попадать в рабочее пространство цеха. Вместе с воздушным потоком из машин выводится мелкодисперсная пыль, перемещающаяся по воздуховодам к пылеулавливающим устройствам — циклонам и фильтрам. Здесь происходит очистка запылённого воздуха. Далее очищенный воздух либо снова подаётся в помещение, либо выбрасывается наружу. Помимо этого, аспирационная система препятствует выходу пыли, газов и аэрозолей в рабочую зону и окружающую среду, а также снижает взрывопожароопасность производства. На многих промышленных объектах аспирация наряду с санитарно-гигиенической функцией решает и технологические задачи: выделение лёгкой фракции при очистке зерна или аэродинамическое разделение продуктов измельчения на мельнице [1,2].

Расчёт и выбор аспирационного оборудования, влияют надёжность и ресурс работы устройств. Основные расчётные величины: производительность, скорость воздуха, потери давления, мощность вентилятора, подбор элементов и эффективность очистки.

В пищевой промышленности значение аспирации ещё выше, чем во многих других сферах. Направление подготовки «Технологические машины и оборудование» (ТМИО) выпускает инженеров-механиков, которые

занимаются пищевыми производствами и обслуживанием соответствующего оборудования. Для этих специалистов знание аспирации крайне необходимо. Инженер-механик по направлению ТМИО проектирует и эксплуатирует дробилки, смесители, мельницы и подобную технику. Это оборудование генерирует много пыли и должно снабжаться аспирацией. Студент должен уметь спроектировать оборудование с точками подключения аспирации, владеть методикой расчёта объёма удаляемой пыли, а также иметь навыки испытаний и оценки характеристик аспирационного оборудования. Всё это невозможно без современной лабораторной базы. В лаборатории вентиляционных установок кафедры МАПП введён в эксплуатацию новый стенд компании ООО «Прогресс», включающий высокоэффективный пылеотделитель МП типа циклон [3].

Стенд выполнен в виде аспирационной установки с двухступенчатой очисткой воздуха, предназначенной для пневмотранспорта сыпучих материалов и аспирации. Конструкция включает:

- радиальный вентилятор высокого давления ВР 240-26-2,5;
- механический пылеуловитель МП-1,0;
- фильтр тонкой очистки;
- трубопроводы с измерительными отверстиями.

Габариты установки: высота 2672 мм, ширина основания 3000 мм, глубина 895 мм. Установка закреплена на общей раме (рисунок 1).

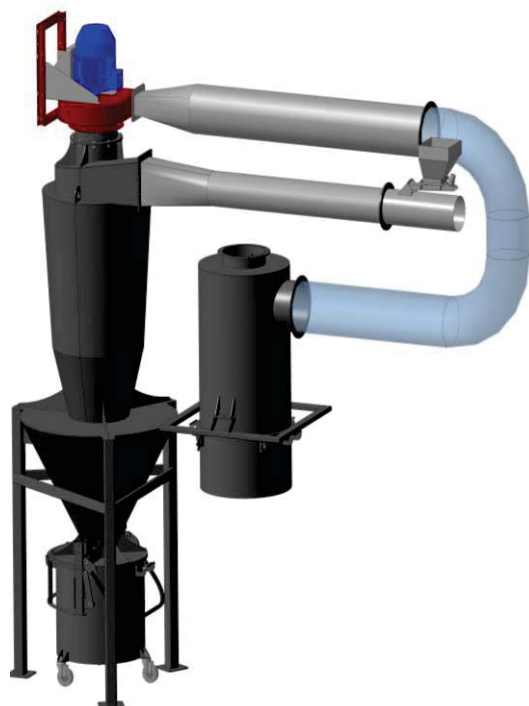


Рисунок 1 – Общий вид стенда

Исследование пылеотделителя МП в запылённом режиме обеспечивается за счёт дозатора сыпучей смеси, встроенного в конструкцию установки. Регулировка расхода воздуха и скорости его движения выполняется посредством преобразователя частоты, управляющего вращением рабочего колеса вентилятора.

Выполним анализ потерь давления в системе лабораторного стенда. Цель данного анализа — получить аналитическим путём значение аэродинамического сопротивления для циклона типа МП. Для этого необходимо отдельно определить потери давления: на участке всасывания и на участке нагнетания.

Схема, по которой выполняется расчёт, приведена на рис. 2.

Анализ распределений давлений в сети лабораторной установки

Запишем уравнение Бернулли для сечений 00-II:

$$-H_0 - H_{01} = H_{пт0-1}$$

Общее давление на входе во всасывающий воздуховод равно 0, а общее давление в любом сечении всасывающего воздуховода численно равно потерям давления от входа до данного сечения, то есть:

$$H_{01} = H_{пт0-1} = R_1 * l_1$$

Для нахождения потерь давления в циклоне $H_{ц}$ составим уравнение потерь давления на линии всасывания:

$$H_{птвс} = R_1(l_1 + l_{1-ц}) + \xi_{пер1} * H_{д1} + H_{ц} = H_{02} + R_1 * l_{1-ц} + \xi_{пер1} * H_{д1} + H_{ц} \quad (1)$$

Аналогично сформулируем уравнение потерь давления для линии нагнетания:

$$H_{птнаг} = R_2(l_2 + l_{в-2}) + \xi_{пер2} * H_{д2} \quad (2)$$

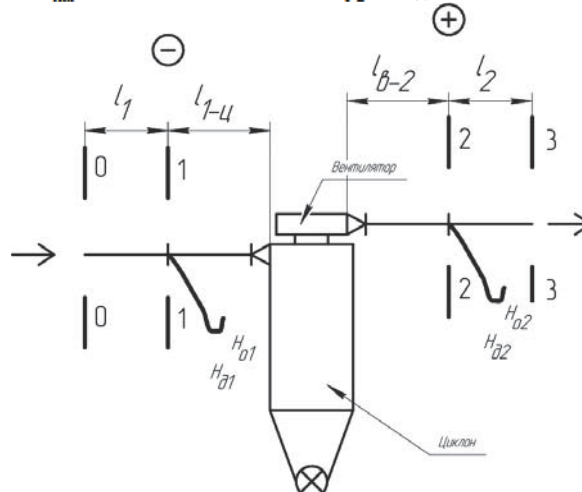


Рисунок 2 – Схема стенда

В нагнетательном воздуховоде статическое давление в любом сечении воздуховода равно потерям давления, считая от этого сечения до выхода воздуха в атмосферу (до выхлопного отверстия). Полное давление в нагнетательном трубопроводе больше статического на величину динамического:

$$H_{02} = H_{ст2} + H_{д2};$$

$$H_{ст2} = H_{пт2-3} = R_2 * l_{2-3}$$

Измерение проводились в сечениях I-I и II-II: были измерены динамические и полные давления, соответственно $H_{д1}$ и H_{01} ; $H_{д2}$ и H_{02} , определены V_1, V_2 и Q_1, Q_2 .

Из-за того, что между вентилятором и пылеотделителем отсутствует воздуховод, определить сопротивление циклона стандартным экспериментальным методом не представляется возможным. Причина заключается в том, что для такого определения необходимо выполнить замеры до и после циклона, который должен быть установлен либо на линии всасывания, либо на линии нагнетания.

При данной компоновке стенда величину $H_{ц}$ (сопротивление циклона) можно определить ориентировочно, используя уравнение для полного давления, развиваемого венти-

лятором, а также характеристики применяемого вентилятора.

Полное давление, развиваемое вентилятором в сети, равно разности полных давлений в начале нагнетательной линии и в конце всасывающей линии.

$$H_{\text{в}} = H_{\text{о.нг}} - H_{\text{о.вс}} \quad (3)$$

В нашем случае всасывающая линия заканчивается самим циклоном, давление после которого измерить невозможно.

С другой стороны:

$$H_{\text{в}} = \sum H_{\text{пт.нг}} + \sum H_{\text{пт.вс}} \quad (4)$$

Подставим в это выражение значение слагаемых из уравнений (1) и (2) и выразим

$H_{\text{ц}}$ – сопротивление циклона:

$$H_{\text{ц}} = H_{\text{в}} - (R_2(l_2 + l_{\text{в-2}}) + \xi_{\text{пер2}} * H_{\text{д2}}) - (R_1(l_1 + l_{1-\text{ц}}) + \xi_{\text{пер1}} * H_{\text{д1}}) \quad (5)$$

В этой формуле $H_{\text{в}}$ – давление, развиваемое вентилятором в сети, определим ориентировочно по характеристикам вентилятора для максимального расхода воздуха.

В сеть установлен заявленный вентилятор высокого давления ВР240-26-2,5 с установленной мощностью:

$$N_{\text{ц}} = 1,5 \text{ кВт}, n = 3000 \text{ об/мин.}$$

$$Q_{\text{в}} = 520 - 1050 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$H_{\text{в}} = 1610 - 1750 \text{ Па}$$

Исходя из замеров: максимальный расход воздуха перед циклоном, на линии всасывания составил $Q_1 = 905,98 \text{ м}^3/\text{час}$, что соответствует примерно 1600 Па, примем $H_{\text{в}} = 1600 \text{ Па}$, подставим в формулу (5), посчитаем $H_{\text{ц}}$.

$$H_{\text{ц}} = 1600 - (7,15(0,33 + 1,2) + 0,5 * 128) - (20,2(0,39 + 1,19) + 0,05 * 251) = 1480,8 \text{ Па}$$

Основные расчётные формулы:

$$H_{\text{д}} = \frac{\rho * V_1^2}{2}$$

Динамическое давление:
Коэффициент сопротивления по длине

$$R = 0,013 * \frac{V^{1,75}}{D^{1,25}}$$

$$R_1 = 20,2 \text{ Па/м.}$$

$$R_2 = 7,15 \text{ Па/м.}$$

$l_1; l_{1-\text{ц}}; l_{\text{в-2}}$ и l_2 – измерим и запишем согласно схеме рисунка 1.

$$l_1 = 390 \text{ мм}; l_{1-\text{ц}} = 1190 \text{ мм}; l_{\text{в-2}} = 1200 \text{ мм}; l_2 = 330 \text{ мм}$$

$\xi_{\text{пер1}} = 0,05, \xi_{\text{пер2}} = 0,5$ – из справочника;

Для скорости $V_1 = 16,36 \text{ м/с};$

$$H_{\text{д1}} = 251 \text{ Па}; V_2 = 11,65 \text{ м/с};$$

$$H_{\text{д2}} = 128 \text{ Па}$$

Далее находим коэффициенты сопротивления циклона $\xi_{\text{ц}}$ и m

$$H_{\text{ц}} = \xi_{\text{ц}} * H_{\text{д.вх}} = H_{\text{д}} = \xi_{\text{ц}} * \frac{\rho * V_{\text{вх}}^2}{2};$$

$$\xi_{\text{ц}} = \frac{H_{\text{ц}} * 2}{\rho * V_{\text{вх}}^2} = \frac{1480,8 * 2}{1,22 * 13,98^2} = 12,42$$

$$m = \frac{H_{\text{ц}}}{V_1^2} = \frac{1480,8}{905,98} = 0,0018$$

Основные характеристики, полученные при аэродинамических испытаниях циклона, заносим в таблицу 1.

Таблица 1

Техническая характеристика	Обозначения	Значения
Скорость воздуха на входе в циклон	$V_{\text{вх}}, \text{м/с}$	13,98
Расход воздуха в циклоне	$Q_{\text{в}}, \text{м}^3/\text{час}$	1050
Сопротивление циклона	$H_{\text{ц}}, \text{Па}$	1480,84
Коэффициент сопротивления циклона	$\xi_{\text{ц}}$	12,42
Размерный коэффициент сопротивления циклона	$m, \frac{\text{Па} * \text{ч}^2}{\text{м}^6}$	0,0018

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований нового стенда аспирационной установки, а также после оценки ключевых рабочих параметров системы сделан вывод: для углублённого изучения характеристик циклона МП требуется изменение компоновки. Основная цель такой перенастройки — устранение взаимного влияния вентилятора и пылеотделителя. Для этого между указанными элементами необходимо предусмотреть прямой участок воздуховода с достаточной длиной, который обеспечит возможность проведения замеров скоростных и барических характеристик.

Параллельно с этим, с целью повышения функциональности стенда и увеличения перечня выполняемых на нём экспериментов, принято решение дополнить установку макетом аспирируемой машины для возможности организации лабораторной работы по определению коэффициента сопротивления дан-

ной машины. Предлагаемая схема приведена на рисунке 3.

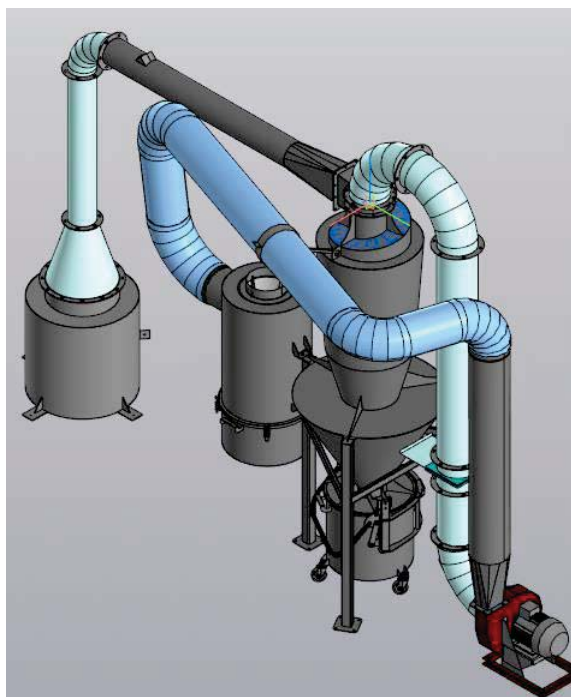


Рисунок 3 – Общий вид станда лабораторной установки после реконструкции

Стенд в новой компоновке практически полностью обеспечит потребности лаборатории вентиляционной техники в учебных стендах, будут охвачены основные вопросы, связанные с испытанием элементов вентиляционных и аспирационных систем: измерение скоростей и расходов воздуха, испытание пылеотделителя и вентилятора, определение коэффициента сопротивлений машин и местных сопротивлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехова О. Н. Вентиляционные установки и системы в пищевых производствах: учебное пособие для вузов / О. Н. Терехова. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 228 с. — ISBN 978-5-507-50057-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/433955>.
2. Терехова О.Н., Дуюнова Я.С. Исследование пневмоцентробежной классификации дисперсных частиц в процессе переработки зерна в муку. /Техника и технология пищевых производств, Том 54, №1, 2024, с.124-134.
3. Патент 216489 Российская Федерация, МПК B04C 1/00, B01D 45/12. Центробежный пылеуловитель / Малыш К.А., Зайцев И.В., Переверзев А.А.; патентообладатель ООО «Прогресс». — № 2022127183; заявл. 20.10.2022; опубл. 09.02.2023, Бюл. № 4. — 5 с.

4. Переверзев А.А., Зайцев И.В., Малыш К.А., Терехова О.Н. Совершенствование сухой инерционной газоочистки в пищевой промышленности на основе центробежного пылеуловителя с винтовым закручивающим каналом // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXV Международной научно-практической конференции, приуроченной к 65-летию кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» (06 февраля 2026 г.) / Отв. редактор О. Н. Терехова; АлтГТУ им. И.И. Ползунова. — 2025. — С. 174–177.

Кадничанский Илья Сергеевич - магистрант кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: tmioscal@gmail.com.

Гаврин Юрий Иванович – бакалавр кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: gavrin.iu@yandex.ru

Перевалов Никита Александрович - бакалавр кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: nikitos.barn@bk.ru

Терехова Ольга Николаевна - к.т.н., доцент, кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: onter@mail.ru

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА 6-DOF РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА С УЧЁТОМ ИЗВЕСТНЫХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ СЕРВОПРИВОДОВ

Е. В. Курочкина, А. О. Черданцев

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье предложен подход к прогнозированию точности позиционирования и ориентации промышленных роботов-манипуляторов на основе стохастического имитационного моделирования. В условиях стремительного сокращения жизненного цикла изделий и необходимости гибкой переналадки производств точность выходного звена становится критическим параметром эффективности роботизированных ячеек. Предлагаемый метод, напротив, использует метод Монте-Карло для вероятностной оценки результирующей точности с учётом законов распределения погрешностей отдельных сервоприводов. В работе представлен анализ источников погрешностей сочленений, полная математическая модель прямой и обратной кинематики 6-DOF манипулятора аналитического типа, алгоритм генерации случайных выборок на основе центральной предельной теоремы и разработанное программное приложение на языке C#. Приложение визуализирует конфигурацию робота и формирует гистограммы распределения координат выходного звена, предоставляя инженеру инструмент для принятия обоснованных технологических решений.

Ключевые слова: стохастическое моделирование, точность позиционирования, 6-DOF робот-манипулятор, сервопривод, нормальное распределение, прямая кинематика, обратная кинематика, метод Монте-Карло, гистограммы распределения, визуализация, погрешность позиционирования.

Современное промышленное производство характеризуется стремительным сокращением жизненного цикла изделий и растущим запросом на персонализацию продукции. В этих условиях классические жёсткие автоматические линии, ориентированные на массовый выпуск одного типонамала, становятся экономически неэффективными. Ключевым звеном, обеспечивающим быструю переналадку оборудования без длительных простоев и замены дорогостоящей оснастки, выступают роботы-манипуляторы, интегрированные с системами технического зрения и искусственным интеллектом [1]. Именно они позволяют на одном производственном участке выпускать малые партии разнотипной продукции с сохранением серийной производительности, а также создавать роботизированные ячейки гибких производственных систем. Кроме того, в контексте глобального дефицита квалифицированных кадров и стремления к безлюдным технологиям в неблагоприятных средах, роботизация решает задачи повышения стабильности качества сварки,

сборки и укладки, нивелируя влияние человеческого фактора.

Однако успешное применение роботов-манипуляторов возможно лишь при гарантированном обеспечении качественного и точного позиционирования и ориентирования рабочего органа, или иными словами, выходного звена. Реальная точность выходного звена формируется под воздействием множества случайных факторов, из которых доминирующими являются погрешности, вносимые сервоприводами. Каждый из шести приводов обладает собственным уникальным законом распределения погрешности, зависящим от его конструкции, степени износа, температурного режима и характера нагрузки. Традиционные детерминированные методы оценки точности, рассматривающие наихудшее сочетание всех возможных погрешностей, приводят к неоправданно консервативным, завышенным требованиям и, как следствие, к удорожанию робототехнической системы.

В связи с этим, целью настоящей работы является прогнозирование распределений погрешностей позиционирования и

ориентации выходного звена шестикординатного робота-манипулятора на основе стохастического имитационного моделирования кинематики с учётом известных законов распределения погрешностей сервоприводов.

Анализ источников погрешностей сервоприводов. На начальном этапе исследования был проведён анализ литературных источников и поиск информации по распределениям погрешностей позиционирования сервоприводов [2–5]. Было установлено, что на результирующую погрешность каждого сочленения оказывает влияние достаточно много различных факторов. К ним относятся люфты редукторов, температурные деформации несущих элементов, различная длина плеча приложения силы, а также износ подшипниковых узлов.

Разнообразие этих влияющих факторов, многие из которых носят случайный и независимый характер, приводит к тому, что распределения погрешностей сервоприводов, согласно центральной предельной теореме, оказываются близкими к нормальному закону распределения. Для основания и плеча робота, испытывающих наибольшие силовые и температурные нагрузки, характерно нормальное распределение погрешностей. Для сочленений запястья, где доминируют погрешности энкодеров, может наблюдаться равномерное распределение. Идентификация и параметризация этих законов является важнейшим шагом для построения адекватной стохастической модели всего манипулятора.

Математическая модель кинематики манипулятора. Чтобы рассчитать законы распределения положения и ориентации выходного звена в зависимости от погрешностей приводов, нами была разработана математическая модель кинематики шестикординатного робота-манипулятора. В основе модели лежат решения прямой и обратной задач кинематики.

Прямая задача кинематики (рисунок 1) заключается в определении положения и ориентации выходного звена по известным углам поворота всех шести приводов.

Прямая задача решается достаточно просто с использованием метода Денавита-Хартенберга. Для этого составляются шесть матриц T^{i-1}_i из длин звеньев и тригонометрических функций углов поворота сервоприводов, применяя аппарат однородных координат. Однородные координаты представляют собой расширение трёхмерных координат, позволяющее выполнять опера-

цию сдвига с помощью матричного умножения. Итоговая матрица положения выходного звена получается их перемножением:

$$T^0_6 = T^0_1(\theta_1) \cdot T^1_2(\theta_2) \cdot T^2_3(\theta_3) \cdot T^3_4(\theta_4) \cdot T^4_5(\theta_5) \cdot T^5_6(\theta_6).$$

Из итоговой матрицы T^0_6 линейные координаты (x, y, z) извлекаются как элементы последнего столбца, а матрица вращения 3×3 используется для вычисления углов ориентации (yaw, pitch, roll).

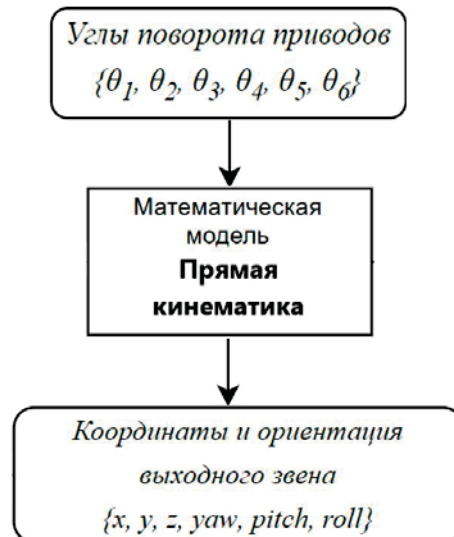


Рисунок 1 – Прямая задача кинематики

Обратная задача кинематики (рисунок 2) является обратной постановкой: по требуемому положению и ориентации выходного звена необходимо рассчитать углы поворота сервоприводов, которые смогут это обеспечить.

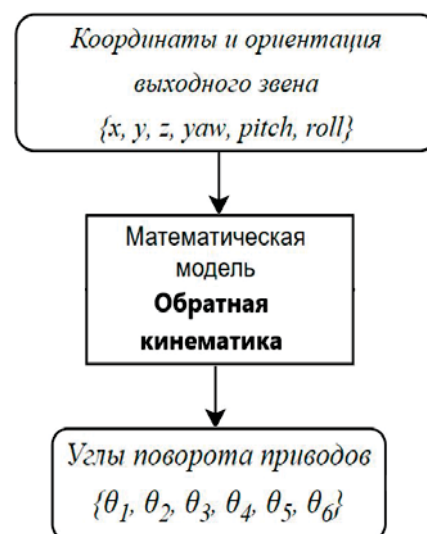


Рисунок 2 – Обратная задача кинематики

Обратная задача кинематики может иметь несколько решений и далеко не всегда раз-

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА 6-DOF РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА С УЧЁТОМ ИЗВЕСТНЫХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ СЕРВОПРИВОДОВ

решима в аналитическом виде. Однако, в случае рассматриваемой кинематической схемы, задача имеет элегантное аналитическое решение, разбивающееся на три части.

Вначале определяется угол θ_1 , который по сути является направлением «руки» манипулятора на виде сверху. Далее решается плоская задача для звеньев 2 и 3, в которой рассчитываются углы θ_2 и θ_3 так, чтобы достичь ключевой точки P_3 — точки пересечения осей вращения в запястье робота. Получив матрицы, позволяющие достичь этой точки, остаётся рассчитать матрицу поворота оставшейся части манипулятора, решая матричное уравнение алгебраическим методом. Матрица поворота R^3_6 содержит в себе косинусы и синусы искоемых углов θ_4 , θ_5 и θ_6 , которые из неё однозначно выражаются.

Алгоритм стохастического моделирования методом Монте-Карло. Для расчёта результирующих распределений погрешностей нами используется метод Монте-Карло. Центральная идея алгоритма заключается в многократном решении прямой задачи кинематики для случайных комбинаций углов приводов, сгенерированных в соответствии с их вероятностной природой. Алгоритм реализуется в следующей последовательности.

Изначально задаётся требуемое положение (X, Y, Z) и ориентация (*Yaw, Pitch, Roll*) выходного звена. Эти данные прогоняются через блок решения обратной кинематики, в результате чего вычисляются требуемые номинальные углы сервоприводов $\{\theta_1 \dots \theta_6\}$. На их основе, с использованием параметров заданных законов распределения (например, нормального с известными СКО), строится выборка объёмом m . Для генерации нормально распределённых величин эффективно применяется центральная предельная теорема (ЦПТ), что обеспечивает устойчивое получение выборок любого объёма.

Далее вся полученная выборка, состоящая из m наборов по шесть углов, прогоняется через блок решения прямой кинематики. В результате формируется выборка такого же объёма реализаций положения и ориентации выходного звена: $(x_k, y_k, z_k, yaw_k, pitch_k, roll_k)$. Это, в свою очередь, позволяет построить гистограммы распределения для каждой из шести координат, оценить закон распределения этих величин и вычислить их количественные

статистические характеристики, такие как среднеквадратическое отклонение (СКО). Важно отметить, что вследствие нелинейности прямой кинематики результирующие распределения могут отличаться от нормальных, даже если все входные погрешности были нормальными.

Программная реализация и практическая значимость. На основе предложенного подхода нами было разработано специализированное программное обеспечение. Программа реализована в среде Visual Studio на языке C# и обладает графическим интерфейсом. Она принимает на входе требуемое положение и ориентацию выходного звена, длины звеньев робота, значения СКО сервоприводов и необходимый объём выборки для построения гистограмм.

Программа позволяет в интерактивном режиме визуализировать пространственную конфигурацию робота для заданных целевых координат, что облегчает верификацию исходных данных. После запуска имитационного моделирования на экран выводятся гистограммы распределения линейных и угловых координат, а также их численные значения СКО.

Практическая значимость работы заключается в предоставлении инженеру-технологу инструмента, позволяющего на этапе технологической подготовки производства перейти от пессимистичной детерминированной оценки «по худшему случаю» к обоснованному вероятностному прогнозу. Зная паспортные или экспериментально полученные СКО сервоприводов, можно заранее оценить, способен ли данный робот обеспечить требуемую точность для конкретной технологической операции, например, для попадания в отверстие с заданным допуском. Подход даёт информацию не только о линейном, но и об угловом отклонении инструмента, что критически важно для процессов механообработки. Предложенный метод является универсальным и может быть адаптирован для манипуляторов с иной кинематической схемой.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты. В ходе анализа литературных источников выявлено, что погрешности позиционирования сервоприводов чаще всего распределяются по нормальному, либо близкому к нормальному закону, что объясняется разнообразием независимых влияющих факторов. Разработанная математическая модель, включа-

ющая аналитические решения прямой и обратной задач кинематики, а также алгоритм вычисления погрешностей позиционирования и ориентации выходного звена 6-DOF робота-манипулятора на основе метода Монте-Карло, позволяют полностью автоматизировать процесс расчёта. Создана программа для прогнозирования гистограмм распределений погрешностей позиционирования и ориентации выходного звена, принимающая на входе требуемое положение и ориентацию, длины звеньев робота, СКО сервоприводов и объём выборки, и предоставляющая наглядную визуализацию результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами: Учеб. для вузов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. — 400 с.
2. Siciliano B., Khatib O. (Eds.) Springer Handbook of Robotics. — Berlin: Springer, 2016. — 2228 p.
3. Craig J.J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 3rd ed. — Harlow: Pearson, 2004. — 400 p.
4. Schröer K. Precision of industrial robots // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. — 1997. — Vol. 13, No. 4. — P. 307–320. — DOI: 10.1016/S0736-5845(97)00012-4.
5. Корендясев А.И., Саламандра Б.Л., Тывес Л.И. Теоретические основы робототехники. В 2 т. / Отв. ред. С.М. Каплунов. — М.: Наука, 2006.

Курочкина Екатерина Викторовна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: evkurochkina2006@gmail.com

Черданцев Алексей Олегович – инженер кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: hypertigr@mail.ru;

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ КОРПУС ЦИЛИНДРА МОМЕНТНОГО 1,6

Д. С. Марков, А. С. Григор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Проектирование отливок является ключевым этапом в литейном производстве, и включает в себя два основных метода: теоретический расчет и, не менее важное, проведение эксперимента. Правильно произведенный расчет размеров отливки позволяет максимально увеличить выход годного литья и минимизировать этап механической обработки, что обеспечивает снижение себестоимости изделия с сохранением его качества. Проведение эксперимента в свою очередь дает возможность проверить теоретические расчеты и выявить скрытые недостатки, чтобы внести необходимые корректировки.

Ключевые слова: проектирование отливки, технология изготовления отливок, получение отливок из чугуна, песчано-глинистая смесь, литье по газифицируемым моделям, литейное производство.

Моментный цилиндр ЦМ-1,6 как ключевой исполнительный элемент рулевой системы. Предназначен для преобразования давления гидравлического масла в моментное воздействие на рулевой привод судна, обеспечивая точный и быстро реагирующий контроль курсового угла. Он состоит из следующих основных элементов: корпус и крышка (выполнены из серого чугуна СЧ 25), плунжер (рейка), шестерня, румпель и шип (в некоторых случаях моментный цилиндр поставляется без шипа, так как ЦМ имеет разные комплектации), а также элементов уплотнения и сопряженных механизмов передачи момента. На рисунке 1 показан ЦМ в сборе (без шипа).



Рисунок 1 – Цилиндр моментный в сборе

Назначение и применение: данный цилиндр входит в состав рулевой системы на

теплоходах проекта Москва (прогулочный теплоход на р. Обь) и, проекта РТ (буксир-толкач) обеспечивает моментное воздействие на рулевой механизм через передачу момента к рулям, что позволяет достигать высокого быстродействия и точности позиционирования при различных условиях плавания; узел рассчитан на суровые речные и озерные условия, выдерживает вибрации и колебания нагрузки, обладает запасом по прочности и надёжности. Срок службы узла составляет 25...30 лет при условии регулярного обслуживания и строгого соблюдения регламентов эксплуатации и технического обслуживания; требования к эксплуатации включают контроль уплотнений и узлов передачи, периодическую замену масел и фильтров, мониторинг параметров давления и температуры, калибровку датчиков, проведение стендовых испытаний времени отклика и величины момента при заданных нагрузках, а также выполнение мероприятий по предотвращению утечек и обеспечению безопасности, включая автоматическое отключение при аварийных режимах, аварийное питание и защиту от перегрева и перегрузок.

Для изготовления отливки корпуса и отливки крышки моментного цилиндра ЦМ-1,6 (рисунок 2) из серого чугуна СЧ 25 ГОСТ 26358-84, целесообразно использовать технологию литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) [1]. Этот выбор определяется несколькими факторами. Во-первых, корпус ЦМ-1,6 обладает сложной геометрией с внутренними полостями и каналами, что затрудняет его изготовление традиционными методами ли-

тя, такими как литьё в песчаные формы, которые требуют изготовления нескольких стержней, а также стержневых ящиков, и увеличивают риск возникновения дефектов. ЛГМ позволяет избежать стержней, упрощая процесс и повышая качество. Во-вторых, ЛГМ экономически выгоден даже при мелкосерийном производстве благодаря относительно недорогому изготовлению оснастки и сокращению затрат на механическую обработку, что важно для производства запчастей гидравлических систем. Высокая точность отливок ЛГМ минимизирует объем механической обработки, снижая трудоемкость [2]. В-третьих, данная технология обеспечивает получение отливок с более чистой поверхностью по сравнению с традиционным литьём в песчаные формы, что снижает требования к последующей обработке и улучшает эксплуатационные характеристики детали.



Рисунок 2 – Цилиндр моментный 1,6 - отливка (по технологии ЛГМ)

СЧ25, как серый чугун с хорошими литейными свойствами, оптимально проявляет их в процессе ЛГМ, обеспечивая равномерное заполнение формы и уменьшая риск дефектов литья. Литье по газифицируемым моделям является более экологичной технологией, чем некоторые альтернативные методы литья, так как в процессе не образуются вредные газы и выбросы (по причине сгорания смолы в песчано-смоляных смесях), а также снижается количество отходов благодаря отсутствию стержней.

Технологический процесс изготовления отливки корпуса ЦМ-1,6 по технологии ЛГМ включает несколько этапов. Сначала изготавливается модель из вспененного полистирола (EPS) методом вырезки на станке с ЧПУ. Этот метод позволяет получить модели со сложными внутренними полостями и точными размерами. Применяется специальный инструмент (горячая проволока или фрезы), при помощи которого возможно минимизировать деформацию пенополистирола. Далее проводятся работы с литниково-питающей

системой (ЛС). На модель устанавливаются (приклеиваются) элементы литниковой системы (литники, питатели, выпоры) из того же пенополистирола. Они обеспечивают подвод расплавленного металла к наиболее удаленным участкам формы, компенсацию усадки металла при затвердевании и отвод газов из полости формы. Конфигурация литниковой системы рассчитывается с учетом геометрии отливки, литейных свойств чугуна СЧ 25 и скорости заливки.

При проектировании отливки ЦМ-1,6 выяснилось, что при литье по технологии ЛГМ качество отливки в значительной степени зависит от пространственного положения модели (горизонтальное или вертикальное) при заливке. В ходе проведения эксперимента на базе предприятия высокоточного литья (ЛГМ) установлено, что при вертикальной заливке корпус не соответствует требуемому качеству. Основные дефекты находятся в верхней части отливки (газовые раковины, мелкая пористость и трещины). После проведения механической обработки дефектного слоя отливки (токарная и фрезерная) раковины и трещины не убрались (рисунок 3). Это можно объяснить тем, что при заливке расплава пенополистирол сгорает, его продукты горения (газы) поднимаются в верхнюю часть формы, что приводит к газовым раковинам.

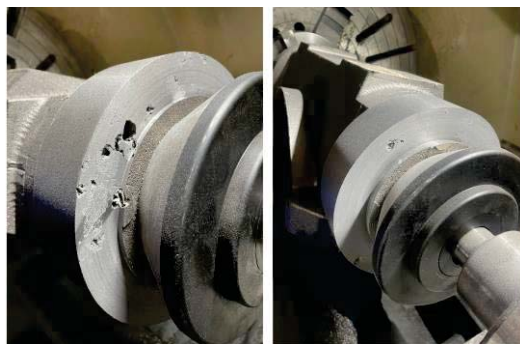


Рисунок 3 – Дефекты на поверхности отливки после проведения механической обработки

В связи с этим принято решение добавить больший припуск на механическую обработку в верхней части отливки [3]. Последующая заливка исправленного корпуса и его механическая обработка не дали положительных результатов, что привело нас к решению изменить пространственное положение отливки при заливке. При горизонтальной заливке полученная отливка видимых поверхностных дефектов не имеет, для того чтобы определить окончательно имеются ли дефекты внутри отливки проводим механиче-

скую обработку. После проведения данных работ на готовой детали литейных дефектов не обнаружено (рисунок 4).



Рисунок 4 – Годная деталь без дефектов

Значит, для того чтобы качественно отлить данный корпус большое значение имеет пространственное положение, что говорит нам о важности каждого этапа при проектировании отливки.

Проектирование отливок в литейном производстве занимает одно из первых мест, так как точный расчет размеров отливки, выбор ее пространственного положения, литниково-питающей системы [4] обеспечивают получения качественной заготовки (для мех. обработки) или сразу детали. Также стоит отметить, что недостаточный объем металла приведет к невозможности достижения заданных размеров и формы детали, что чревато браком [5]. С другой стороны, избыточный объем металла увеличит расход материала, трудоемкость механической обработки и, соответственно, стоимость детали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, Г.В. Технологии литья в машиностроении : учеб. пособие / Г.В. Кузнецов, Д.А. Романов. — СПб. : Политехника, 2019. — 312 с.
2. Фролов, Ю.Г. Технология литья по газифицируемым моделям : справочник / Ю.Г. Фролов. — Новосибирск : Наука, 2017. — 256 с.

3. Смирнов, В.Е. Методы расчета и оптимизации размеров отливок : научное исследование / В.Е. Смирнов // Вестник машиностроительного института. — 2019. — № 4. — С. 35–43

4. Алексеев, А.Б. Конструирование литниковых систем : учебное пособие / А.Б. Алексеев. — Москва : Машиностроение, 2012. — 240 с.

5. Роговцев, В.Л. Справочник литейщика : учебное пособие / В.Л. Роговцев. — Ленинград : Машгиз, 1974. — 320 с..

Марков Данила Сергеевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», г. Барнаул, Россия, e-mail: danilamarkov2002@yandex.ru

Григор Андрей Сергеевич – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», г. Барнаул, Россия, e-mail: asgrigor84@mail.ru

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОГО АДГЕЗИВА НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ДЛЯ ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В. С. Ярулина, К. Л. Петерникова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В работе рассмотрена актуальность разработки производства медицинского адгезива на основе поликапролактона для заживления ран. Выявлена проблема травматичности и неэффективности традиционных методов закрытия ран (хирургические швы, скобы), что создает риски инфицирования и образования грубых рубцов. Для решения проблемы предложена разработка биосовместимого и биоразлагаемого адгезива. Определены желаемые характеристики и потребительские качества продукта на основе метода морфологического ящика, что позволило сформировать технико-технологическое решение медицинского адгезива. Представлены ожидаемые социальные и экономические эффекты от реализации инновационного проекта. Приведена структура возможных рисков и пути их минимизации. Охарактеризованы стадии системы управления инновационным проектом. Вывод отражает актуальность разработки производства медицинского адгезива для снижения травматичности медицинских процедур, ускорения заживления ран и повышения доступности современных медицинских технологий в Алтайском крае.

Ключевые слова: медицинский адгезив, поликапролактон, заживление ран, биосовместимость, инновационный проект, снижение травматичности, импортозамещение, хирургические швы, биоразлагаемые полимеры, регенеративная медицина.

Современная медицина продолжает сталкиваться с ограничениями традиционных методов закрытия ран, таких как хирургические швы, скобы и повязочные материалы. Несмотря на многолетнюю практику применения, эти подходы обладают рядом существенных недостатков, которые не только снижают эффективность лечения, но и ухудшают комфорт пациентов. В первую очередь, они являются инвазивными, что приводит к дополнительной травматизации тканей, усилению болевого синдрома и повышению риска послеоперационных воспалительных реакций и инфекционных осложнений [1, 4].

Кроме того, длительность восстановительного периода во многом зависит от точности наложения швов. Ошибки в их применении нередко приводят к расхождению краев раны, образованию грубых рубцов и необходимости повторных хирургических вмешательств. Это увеличивает сроки госпитализации, усиливает психоэмоциональную нагрузку на пациентов и повышает финансовые затраты на лечение. В

связи с этим существует острая потребность в разработке альтернативных, менее травматичных и более эффективных методов закрытия ран, которые могли бы минимизировать указанные риски [2, 5].

Одним из перспективных решений является разработка медицинского адгезива на основе поликапролактона (ПКЛ). Поликапролактон представляет собой биоразлагаемый и биосовместимый полимер, что делает его идеальным кандидатом для создания медицинских изделий, контактирующих с живыми тканями. Его применение позволяет обеспечить надежную атравматичную фиксацию краев раны, постепенную резорбцию по мере заживления и исключить необходимость в повторных вмешательствах для удаления материала [3, 6].

Актуальность данной разработки особенно высока для Алтайского края, где активно развивается медицинская инфраструктура, но сохраняется зависимость от импортных дорогостоящих средств для лечения ран. Создание собственного производства конкурентного и

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОГО АДГЕЗИВА НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ДЛЯ ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

безопасного адгезива позволит решить задачу импортозамещения, повысить доступность современных технологий для региональных лечебных учреждений и улучшить качество жизни населения за счет сокращения сроков лечения и снижения риска осложнений.

Целью инновационного исследования является разработка производства медицинского адгезива на основе поликапролактона, предназначенного для эффективного, безопасного и атравматичного закрытия ран в условиях Алтайского края.

В ходе выполнения работы были поставлены следующие задачи: сбор и систематизация информации по актуальной теме, проведение патентного поиска, обоснование идеи инновационного исследования, изучение теоретических положений для разработки инновационного проекта, разработка технико-технологического решения новшества, моделирование плана производства с использованием программного продукта «Project Expert», а также разработка системы управления инновационным проектом.

В результате проведения патентного поиска и анализа литературных источников был выявлен наиболее близкий аналог — патент RU 2786443 «Биодеградируемая 3D-матрица для заживления дефектов кожи на основе композитного поликапролактона». Однако разрабатываемый адгезив обладает рядом конкурентных преимуществ: удобная портативная форма в виде аппликатора, более быстрое время первичной фиксации (30-60 секунд), а также возможность введения в состав антимикробных добавок для дополнительной защиты раневой поверхности [6].

Для определения оптимальных характеристик готового продукта был применен метод морфологического ящика. Были рассмотрены следующие характеристики: тип сырья (высокоочищенный поликапролактон), вид биоактивных компонентов (противовоспалительные, антисептические добавки), механизм адгезии (комбинированный: физический и химический), а также медицинское назначение (хирургия, травматология). На основе анализа был сформирован технико-технологический образ готового адгезива, представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-технологическое решение медицинского адгезива

Характеристика продукта	Описание решения
Основной компонент	Поликапролактон высокой очистки, обеспечивающий биосовместимость и контролируемую резорбцию (14–28 суток).
Функциональные добавки	Противовоспалительные и антисептические компоненты для снижения риска инфицирования и воспалительной реакции.
Механизмы действия	Комбинированная адгезия: физическая фиксация за счет пористой структуры и химическое взаимодействие с тканевыми белками.
Форма выпуска	Готовый стерильный продукт в аппликаторе, обеспечивающий удобство и точность нанесения.
Целевое назначение	Закрытие ран в хирургии, травматологии, а также для лечения хронических и послеоперационных повреждений кожи.

Разработанная технологическая схема производства адгезива включает последовательные этапы: подготовку и очистку сырья, растворение поликапролактона в органическом растворителе, введение функциональных добавок (пластификаторов, антимикробных компонентов), гомогенизацию, дегазацию, розлив в стерильные аппликаторы, радиационную стерилизацию и многоступенчатый контроль качества. Контроль качества осуществляется на всех этапах: от входного контроля сырья по показателям молекулярной массы, температу-

ры плавления и чистоты до выходного контроля готового изделия по адгезивной прочности (не менее 0,5 МПа), времени схватывания (30-60 секунд) и стерильности.

При реализации инновационного проекта по производству готового адгезива достигается социально-экономический эффект (таблица 2). Снижается травматичность процедур, уменьшаются сроки заживления, а также сокращаются затраты медицинских учреждений на перевязочные материалы и шовные средства.

Таблица 2 – Характеристика социально-экономического эффекта от реализации инновационного проекта

Сфера воздействия	Характеристика эффекта
Медицинская	Снижение травматичности процедур закрытия ран, уменьшение болевого синдрома у пациентов, сокращение сроков заживления на 15-20%, минимизация риска инфекционных осложнений и образования грубых рубцов.
Экономическая	Снижение затрат медицинских учреждений на перевязочные материалы и шовные средства, сокращение времени работы медицинского персонала, уменьшение койко-дней за счет ускорения реабилитации пациентов. Развитие импортозамещающего высокотехнологичного производства в регионе.
Социально-демографическая	Повышение доступности современных медицинских технологий для населения Алтайского края, улучшение качества жизни пациентов с раневыми повреждениями, создание новых рабочих мест для квалифицированных специалистов (биохимиков, биотехнологов).

Для практической реализации проекта предложено использовать целевое финансирование по программе «СТАРТ» Фонда содействия инновациям. Структура рисков, характерных для производства медицинского адгезива, представлена в таблице 3. Ключевыми рисками являются технологическая нестабиль-

ность состава, сложность прохождения регуляторных процедур (регистрация медицинского изделия) и низкий спрос со стороны медицинского сообщества из-за консерватизма в выборе методов закрытия ран.

Таблица 3 – Возможные риски инновационного проекта

Вид риска	Характеристика	Пути решения
Научно-технические	Нестабильность адгезивных свойств, неконтролируемая скорость биodeградации.	Проведение дополнительных доклинических испытаний, корректировка рецептуры.
Регуляторные (правовые)	Задержки при получении регистрационного удостоверения Росздравнадзора.	Параллельная подготовка технической документации и проведение испытаний.
Организационно-экономические	Превышение бюджета производства, удорожание сырья.	Поэтапный запуск производства (от опытной партии к серии).
Рыночные	Низкий спрос, недоверие со стороны хирургов из-за отсутствия практического опыта.	Проведение обучающих семинаров, публикация результатов клинических апробаций в медицинских учреждениях края.

Управление инновационным проектом осуществляется поэтапно (таблица 4). На первом этапе проводится анализ рынка и патентный поиск. На втором — разрабатывается технико-технологическое решение и рецептура готового продукта. Третий этап включает до-

клинические испытания и получение разрешительной документации. Четвертый этап — организация производства опытной партии и запуск серийного выпуска на базе предприятия Алтайского края.

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОГО АДГЕЗИВА НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ДЛЯ ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Таблица 4 – Характеристика стадий системы управления инновационного проекта

Стадия проекта	Характеристика
Исследование проблемы	Анализ травматичности традиционных швов, опрос хирургов и травматологов, определение требований к идеальному адгезиву.
Разработка новшества	Формирование технико-технологического образа методом морфологического ящика. Разработка рецептуры готового продукта на основе поликапролактона.
Организация производства	Выбор производственной площадки в Алтайском крае, закупка сырья, подготовка технологической документации.
Апробация проекта	Изготовление опытной партии, проведение доклинических и клинических испытаний, получение сертификатов и регистрационного удостоверения.
Практическая реализация	Запуск серийного производства, организация сбыта через аптечные сети и прямые поставки в ЛПУ Алтайского края.

Таким образом, разработка технологии производства медицинского адгезива на основе поликапролактона является актуальной для решения проблемы травматичности и Таким образом, разработка технологии производства медицинского адгезива на основе поликапролактона является актуальной задачей, решение которой позволит создать инновационный

готовый продукт для атравматичного закрытия ран. Внедрение данного адгезива в медицинскую практику Алтайского края не только повысит качество лечения травм и послеоперационных ран, но и обеспечит импортозамещение, снизит нагрузку на систему здравоохранения и сделает современные медицинские технологии доступными для широких слоев населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов Е. А., Петухова Е. П., Белоусова О.В. Анализ потребительского спроса средств, применяемых для местного лечения ран на локальном фармацевтическом рынке // Ученые записки Брянского государственного университета. - 2020. - С. 34-40.
2. Лось Д.М., Шаповалов В.М., Зотов С.В. Применение полимерных материалов для изделий медицинского назначения // Естественные и технические науки. 2021. № 6. С. 98-102.
3. Короневский Н. В., Иноземцева О. А., Сергеева Б. В., Ушаков А. В., Сергеев С. А. Исследование процесса перекристаллизации микрочастиц карбоната кальция, выращенных на волокнах поликапролактона // Известия Саратовского университета. Серия: Физика. 2023. Т. 23, вып. 2. С. 179-187.
4. Новоселов С.В. Управление инновационными проектами: процесс разработки и коммерциализации новшества : учеб. пособие. Ч. 1 / С.В. Новоселов, А.С. Новоселов, А.С. Новоселов; АлтГТУ. – Барнаул, 2022. – 128 с.
5. Мартюкова А. В., Журкин К. И. Актуальные вопросы разработки матриц для стимуляции регенерации костных тканей // Бюллетень медицинский интернет-конференций. - 2018. - С. 434.
6. Патент RU 2786443. Биodeградируемая 3D-матрица для заживления дефектов кожи на

основе композитного поликапролактона / Шматько И.А., Затолокина М.А., Цымбалюк В.В. и др. Оpubл. 21.12.2022.

Ярулина Владислава Сергеевна – студентка гр. Ин-21 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vlada.yarulina0301@mail.ru

Петерникова Ксения Львовна – старший преподаватель кафедры «Механика и инноватика» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: klmoiseenko@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ОГНЕСТОЙКИХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ АНТИПИРЕНОВ

В. В. Кузнецова, Е. А. Головина

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Резинотехнические уплотнители являются критически важными элементами в автомобильной, строительной и авиационной отраслях, обеспечивая герметичность, виброизоляцию и устойчивость к внешним воздействиям, но традиционные материалы зачастую имеют низкую огнестойкость, что ограничивает их применение в условиях повышенной пожарной опасности.

В работе рассматривается задача введения стадии модификации сырья в технологический процесс производства уплотнителей с целью повышения их класса горючести.

Цель исследования – разработка способа введения антипиренов, обеспечивающих эффективную огнезащиту без ухудшения эластичности и прочности. Методология включает анализ существующих технологий, подбор модифицирующих добавок и экспериментальную проверку образцов по кислородному индексу, времени самозатухания и степени дымообразования.

Результаты показали значительное улучшение огнестойкости: образцы демонстрируют самозатухание при удалении пламени, увеличение кислородного индекса до 30° и снижение скорости распространения огня. При этом механические свойства сохраняются в допустимых пределах. Практическая значимость заключается в возможности внедрения разработанной технологии на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: резинотехнические уплотнители, огнестойкость, модификация, физико-механические свойства, антипирены, силикон.

Введение

Пожары продолжают представлять серьёзную угрозу для безопасности жизнедеятельности населения и функционирования объектов инфраструктуры. В этом контексте особое значение приобретают материалы, способные обеспечить сохранение целостности строительных конструкций на критических этапах термического воздействия. Согласно статистике МЧС России, ежегодно в стране регистрируется свыше 170 тысяч пожаров, из которых значительная часть происходит в жилых и общественных зданиях.

Современное строительство всё чаще ориентируется на инновационные конструктивные решения, в которых герметизирующие элементы перестают быть пассивными компонентами и начинают влиять на поведение здания в экстремальных условиях. В этом контексте растущая сложность инженерных узлов сопряжена с повышением рисков, связанных с термической нестабильностью отдельных материалов, особенно в начальной фазе пожара. Распространение огня и дыма через технологические зазоры, как показывают натурные испытания, зачастую инициируется не нарушением целостности основных

конструкций, а деградацией вспомогательных материалов – в частности, полимерных уплотнителей, не обладающих достаточной огнестойкостью., рисунок 1.

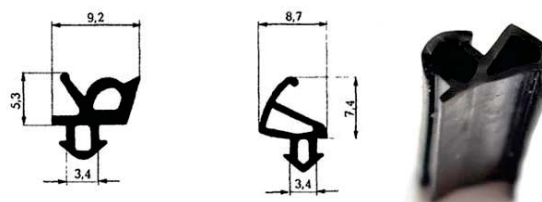


Рисунок 1 – Уплотнитель EPDM, вид профиля [4]

Хотя данные элементы традиционно оцениваются с позиции эксплуатационного удобства – герметичности, эластичности, долговечности, – их роль в сохранении функциональности противопожарных преград остаётся недостаточно изученной. Между тем, при термическом воздействии такие уплотнители могут не только воспламеняться, но и интенсивно выделять горючие пиролизные газы, способствуя прогреву прилегающих зон и локальному прорыву огня. Таким образом, даже незначительный по объёму компонент способен стать катализатором потери огнестойко-

сти всей системы, что ставит под сомнение адекватность существующих подходов к оценке пожарного риска на уровне конструктивных деталей [1].

В этом аспекте особую значимость приобретает модернизация пассивных систем противопожарной защиты, в которых огнестойкие уплотнители занимают не просто вспомогательную, а стратегическую позицию.

На первый взгляд, уплотнители ассоциируются лишь с функцией герметизации стыков, швов и соединений. Однако в современных условиях их роль трансформируется: они становятся мультифункциональными компонентами, обеспечивающими не только виброгашение и компенсацию деформационных смещений, но и сохранение целостности преград при термическом воздействии. Их способность к объемному расширению при нагреве, образованию термостойкого каркаса и ограничению проникновения продуктов горения делает уплотнители важным элементом конструктивной устойчивости на этапе пожара. Таким образом, даже незначительные, на первый взгляд, компоненты могут оказывать определяющее влияние на безопасность всей системы.

Уплотнительные материалы на основе этиленпропилендиенового каучука (EPDM) традиционно ценятся за высокую эластичность, устойчивость к ультрафиолетовому излучению и воздействию агрессивных химических сред, что обуславливает их широкое применение в строительных, транспортных и промышленных конструкциях.

Однако в условиях термического воздействия поведение EPDM резко меняется: при температурах свыше 150 °С начинается необратимая деструкция полимерной матрицы, сопровождающаяся потерей герметизирующих свойств и механической целостности. При контакте с открытым пламенем материал воспламеняется, поддерживает горение и вовлекается в процесс интенсивного пиролиза, сопровождающийся выделением значительного количества дыма и токсичных продуктов. Таким образом, несмотря на высокие эксплуатационные характеристики в нормальных условиях, EPDM проявляет себя как материал с ограниченной функциональностью в критических сценариях, что ставит под сомнение его применимость в узлах, требующих повышенной пожарной безопасности.

Современные требования к пожарной безопасности, закреплённые в нормативных документах (например, в СП 484.1311500.2020 и ГОСТ Р 53313–2009), предъявляют жёсткие критерии к классу по-

жарной опасности материалов. Это делает актуальным поиск альтернативных решений, в том числе – разработку уплотнителей на основе силиконовых каучуков с модификацией антипиренами [3].

Силиконовые эластомеры (полидиметилсилоксаны) обладают рядом уникальных свойств:

- термостойкостью в диапазоне от минус 60 °С до плюс 250 °С;
- высокой эластичностью при циклических нагрузках;
- устойчивостью к УФ-излучению и старению;
- низкой газопроницаемостью.

Силиконовые эластомеры не являются полностью огнестойкими, при длительном воздействии высоких температур они могут деструктурировать, поэтому для повышения огнестойкости их модифицируют антипиренами – веществами, способными подавлять или замедлять процесс горения на различных стадиях [5].

Целью настоящей работы является разработка и исследование огнестойких уплотнителей на основе силиконового каучука с введением комбинированных антипиренов, а также оценка эффективности различных методов модификации: на стадии синтеза смеси и путём постобработки готовых изделий. [6]

Задачи исследования:

1. Проанализировать недостатки традиционных резиновых уплотнителей.
2. Выбрать эффективные антипирены для повышения огнестойкости.
3. Испытать метод модификации готовых изделий путём вымачивания в растворах антипиренов.
4. Разработать новую рецептуру уплотнителя с введением антипиренов на этапе производства.
5. Провести испытания огнестойкости полученных образцов.
6. Определить оптимальное соотношение компонентов для достижения максимальной огнестойкости без потери эксплуатационных свойств.

Объект исследования: резиновые и силиконовые уплотнители.

Предмет исследования: влияние антипиренов на огнестойкость уплотнителей.

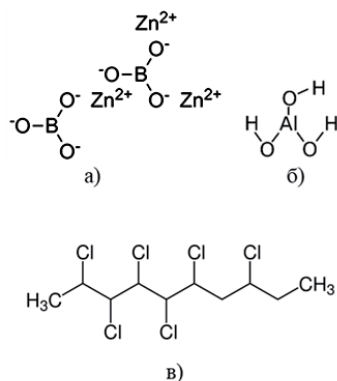
Методы исследования: экспериментальное тестирование, сравнительный анализ, термическое воздействие.

Методы и материалы

1. Объекты исследования

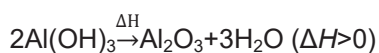
В качестве базового материала исполь-

звался жидкий силиконовый каучук (ЛК-208) с отвердителем на основе пероксидов. В качестве антипиренов выбраны: борат цинка ($\text{ZnB}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, где $x = 2-4$); гидроксид алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$); хлорпарафин CP-70 ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2-x}\text{Cl}_x$ (где $n = 10-30$, а x – степень хлорирования – до 70%), рисунок 2.



Эти антипирены выбраны из-за их синергетического эффекта и способности действовать с учётом комплексного (мультимодального) механизма огнезащиты, обеспечивающего эффективность как в конденсированной, так и в газовой фазе:

- $\text{Al}(\text{OH})_3$ – эндотермический антипирен, разлагается с поглощением тепла и выделением воды:



- борат цинка – образует стекловидный слой, препятствующий диффузии кислорода и разносу пламени.
- хлорпарафин – радикальный ингибитор, при разложении выделяет HCl , который тормозит цепные реакции горения [2].

2. Экспериментальная часть

2.1. Модификация готовых изделий

Метод: вымачивание уплотнителей в водных растворах антипиренов с концентрациями 5 %, 10 %, 15 % и 20 % в течение 24 часов, после чего образцы высушивались в термошкафу при $T = 100^\circ\text{C}$.

Результаты:

Эффективность постобработки EPDM-уплотнителей

При вымачивании EPDM-уплотнителей в

растворах антипиренов не наблюдалось значительного повышения огнестойкости. Образцы по-прежнему загорались при контакте с пламенем, выделяли чёрный дым и полностью сгорали. Микроскопический анализ показал, что антипирены не проникали вглубь структуры, оставаясь преимущественно на поверхности. Это объясняется гидрофобной природой EPDM, что препятствует проникновению водных растворов.

Вывод: метод постобработки неэффективен для модификации готовых резиновых изделий. Антипирены должны вводиться на стадии смешивания.

2.2. Разработка новой рецептуры

Основа: силикон + отвердитель.

Введение антипиренов: на этапе производства (смешивание в двухвалковом смесителе).

Таблица 1 – Соотношение компонентов в композиции

Антипирен	Объёмная доля антипирена в композиции, %		
	1	2	3
Борат цинка ($\text{ZnB}_4\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)	5	10	15
Хлорпарафин CP-70 ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2-x}\text{Cl}_x$)	5	10	15
Гидроксид алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$)	5	10	15

Метод:

1. **Оценка огнестойкости** – по методу вертикального горения (аналог ASTM D3801): образец подвергался воздействию пламени от горелки в течение 30 секунд. Фиксировались: время самостоятельного горения, наличие каплений, характер дыма:

- время до воспламенения;
- скорость распространения пламени;
- характер горения (поддерживает/не поддерживает горение);
- тип и цвет выделяемого дыма;
- остаточные изменения образца.

2. **Оценка механических свойств** – по ГОСТ 270–84 (прочность при растяжении, относительное удлинение).

Результаты:

Огнестойкость силиконовых композитов

Результаты испытаний силиконовых образцов представлены в таблице 2.

РАЗРАБОТКА ОГНЕСТОЙКИХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ АНТИПИРЕНОВ

Таблица 2 – Поведение образцов при воздействии пламени

Содержание антипиренов, %	Горение	Самозатухание	Характер дыма	Остаток после горения
0 (контрольный образец)	Да	Нет	Чёрный	Полное сгорание
15	Да	Через 5–8 с	Серый	Тонкий углеродный слой
30	Нет	Мгновенное	Белый	Плотный керамоподобный слой
45	Нет	Мгновенное	Белый, лёгкий	Объёмный, пористый слой

При содержании антипиренов 30% (по 10% каждого вида) достигнут оптимальный баланс между огнестойкостью и механическими свойствами. Образцы не поддерживали горение, при нагревании образовывался стабильный интумесцентный (разбухающий) слой, препятствующий проникновению тепла и кислорода.

Механические свойства

Несмотря на высокое наполнение, образцы с 30 % антипиренов сохранили приемлемые механические характеристики:

- прочность при растяжении: 5,2 МПа (контроль – 6,8 МПа);
- относительное удлинение: 210% (контроль – 350%).

Это говорит о том, что модификация не приводит к чрезмерной хрупкости и позволяет использовать материал в уплотнительных системах [7].

Заключение

В ходе исследования установлено, что традиционные EPDM-уплотнители обладают низкой огнестойкостью и не соответствуют современным требованиям пожарной безопасности. Метод постобработки антипиренами оказался неэффективным из-за низкой проницаемости резины.

Разработана новая композиция на основе силиконового каучука, модифицированная комбинированным антипиреном (борат цинка, гидроксид алюминия, хлорпарафин СР-70). Оптимальной признана объёмная доля антипиренов 30% (по 10% каждого компонента), при которой достигается:

- полное самозатухание при воздействии пламени;
- образование защитного керамоподобного слоя;
- сохранение достаточных механических свойств для эксплуатации в строительных и промышленных узлах.

Предложенная композиция соответствует классу пожарной опасности КМ0–КМ1 по ГОСТ Р 53292–2009 и может быть рекомендована для применения в:

- противопожарных дверях;

- оконных блоках повышенной безопасности;
- вентиляционных системах;
- транспортном машиностроении (вагоны метро, суда, самолёты).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврущенко, Борис Хаимович. Резиновые уплотнители [Текст] / Аврущенко Б. Х. – Ленинград: Химия. Ленингр. отд-ние, 1978. – 136 с. : ил. – 21 см.
2. Хай Х. Т., Хархуш А. А., Серцова А. А., Маракулин С. И., Юртов Е. В. «Разработка антипиренов на основе наночастиц оксида и бората цинка для повышения огне- и термостойких характеристик пластифицированного ПВХ» // Электронная библиотека КиберЛенинка. 2020 год.
3. Ивахненко Ю. А., Варрик Н. М. Материалы для высокотемпературных уплотнений (обзор) // КиберЛенинка. 2018. URL: (дата обращения: 01.04.26).
4. ГОСТ 31362-2007. Прокладки, уплотняющие для оконных и дверных блоков. Метод определения сопротивления эксплуатационным воздействиям. – М.: Стандартиформ, 2008. – 15с. – (Межгосударственный стандарт)
5. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
6. Технические паспорта антипиренов (борат цинка, хлорпарафин СР-70, гидроксид алюминия).
7. Исследования по применению силиконовых резин в экстремальных условиях.

Кузнецова Виктория Викторовна – студентка группы *MuTM-21* ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: *vikakuznezova21@gmail.com*

Головина Елена Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «Современные специальные материалы» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: *gea62@yandex.ru*.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КАРКАСА СПОРТИВНОЙ АРЕНЫ

М. А. Подъяпольская, А. А. Кикоть

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В работе выполнен расчёт многофункциональной спортивной арены с большепролётным металлическим покрытием и монолитным железобетонным каркасом на устойчивость к прогрессирующему обрушению. Покрытие, имеющее эллиптическую форму в плане и максимальный пролёт стропильной фермы 66,3 м, представлено пространственной конечно-элементной моделью, реализованной в программном комплексе Лира-САПР 2024. Расчёт выполнен в линейной статической постановке с последовательным сопоставлением первичной и вторичной расчётных схем. Для покрытия рассмотрены три варианта локального отказа — исключение элемента нижнего пояса фермы, целой стропильной фермы и одного решётчатого прогона; для несущего каркаса в качестве наиболее опасного сценария принято внезапное удаление центральной монолитной железобетонной колонны под опорой стропильной фермы наибольшего пролёта. По результатам расчёта оценены перераспределение усилий, напряжённо-деформированное состояние, деформативность и металлоёмкость двух конструктивных вариантов покрытия — с шагом ферм 8,96 м и 12 м.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, спортивная арена, большепролётное покрытие, локальный отказ, перераспределение усилий, конечно-элементный метод, Лира-САПР, пространственный каркас.

Большепролётные общественные сооружения с массовым пребыванием людей предъявляют повышенные требования не только к прочности и устойчивости несущей системы при основных сочетаниях нагрузок, но и к её способности сохранять работоспособность в условиях отказа отдельных элементов. Особенностью таких объектов является сосредоточение значительных нагрузок на ограниченном числе ключевых элементов — в первую очередь колонн, воспринимающих нагрузку от ферм покрытия, — поэтому даже локальное повреждение способно инициировать перераспределение усилий, охватывающее значительную часть пространственного каркаса.

С учётом перечисленных особенностей расчёт спортивной арены на прогрессирующее обрушение представляет самостоятельную инженерную задачу: для большепролётного покрытия результат во многом определяется характером перераспределения усилий между фермами, прогонами и связями, а для каркаса в целом — возможностью включения в работу альтернативных путей передачи нагрузки. В настоящей работе такой расчёт выполнен применительно к арене эллиптической формы в плане; основное внимание уделено сопоставлению поведения системы при различных сценариях локального отказа и анализу влияния шага стропильных ферм на металлоёмкость покрытия.

Расчёт проведён в соответствии с действующей системой нормативного регулирования в области надёжности строительных конструкций. Базовым документом является СП 385.1325800.2018 [1] (на начало 2026 г. применяется в редакции с учётом четырёх изменений), регламентирующий правила проектирования защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Согласно [1], под прогрессирующим обрушением понимается последовательное разрушение конструктивной системы, инициированное локальным повреждением одного из её элементов и сопровождающееся изменением расчётной схемы работы сооружения.

Назначение особых сочетаний нагрузок и учёт аварийных воздействий выполнены согласно СП 296.13330.2016 [2], устанавливающему требования к расчёту зданий нормального и повышенного уровня ответственности по предельным состояниям первой группы. Общие положения о надёжности и обоснование расчётных моделей приняты по ГОСТ 27751-2014 [3]. Численная реализация расчётных схем выполнена в программном комплексе Лира-САПР 2024 [4]. В соответствии с действующей редакцией [1] основным методом расчёта на прогрессирующее обрушение принят расчёт в линейной статической постановке: лавинообразное разрушение моделируется удалением из

системы наиболее нагруженного элемента и повторным выполнением статического расчёта.

Исходные данные для расчета опираются на сопоставление двух состояний несущей системы. Первичная расчётная схема описывает условия нормальной эксплуатации и используется для подбора сечений и проверки несущей способности при основных сочетаниях нагрузок. Вторичная расчётная схема формируется путём исключения локально повреждённого (отказавшего) элемента и моделирует аварийную расчётную ситуацию; именно по ней оценивается способность системы к перераспределению усилий и сохранению геометрической неизменяемости.

Согласно [1], предотвращение прогрессирующего обрушения обеспечивается одновременным выполнением двух условий. Первое — условие по несущей способности:

$$F \leq S \quad (1)$$

где F - усилия в конструктивных элементах или их соединениях, определяемые расчетом;

S - несущая способность конструктивных элементов и их соединений.

Второе — условие по деформативности:

$$f \leq f_{ult} \quad (2)$$

где f - деформации элемента от внешней нагрузки;

f_{ult} - значение предельно допустимых деформаций элемента.

Условия (1) и (2) приняты в настоящей работе как критерии приёмки вторичных расчётных схем: конструктивная система признаётся устойчивой к прогрессирующему обрушению, если после исключения повреждённого элемента сохраняются её несущая способность, деформативность и устойчивость формы — как для системы в целом, так и для отдельных элементов и узлов сопряжений (за исключением удаляемого) [1].

В соответствии с [1, 3] сценарии локального разрушения могут назначаться в любом месте здания и обосновываются в рамках научно-технического сопровождения проектирования. С учётом конструктивных особенностей рассматриваемой арены наиболее значимыми для дальнейшего анализа приняты три класса инициирующих событий: отказ вертикальных несущих элементов каркаса; повреждение элементов, обеспечивающих пространственную жёсткость; исключение из работы конструкций, воспринимающих значительную долю нагрузки покрытия. Эти классы и определяют выбор расчётных сценариев в последующих разделах.

Цель работы — оценить устойчивость спортивной арены с большепролётным покрытием к прогрессирующему обрушению на основе сопоставления первичной и вторичной расчётных схем и обосновать выбор шага стро-

пильных ферм с учётом требований аварийной расчётной ситуации. В рамках поставленной цели решаются следующие задачи: 1) проанализировать напряжённо-деформированное состояние пространственного покрытия при различных сценариях локального отказа; 2) количественно оценить перераспределение усилий в большепролётном покрытии и пространственном каркасе при отказе центральной железобетонной колонны; 3) сопоставить металлоёмкость двух вариантов покрытия (шаг ферм 8,96 м и 12 м) по результатам расчётов на прогрессирующее обрушение; 4) выявить наиболее опасный сценарий локального отказа и определить мероприятия, обеспечивающие живучесть конструкции.

Здание имеет эллиптическую форму в плане; максимальный пролёт стропильной фермы — 66,3 м. Покрытие представляет собой систему параллельных ферм с решёткой из сварных двутавров (рисунок 1). Фермы шарнирно опираются по контуру и связаны между собой по верхнему поясу решётчатыми прогонами и балками, в результате чего покрытие работает как единая пространственная система. Состав нагрузок включает собственный вес покрытия (учитывается автоматически), вес слоёв кровли, потолка, технологических мостиков и медиа-куба, а также кратковременные климатические нагрузки от снега и ветра, принятые согласно расчётному климатическому району.

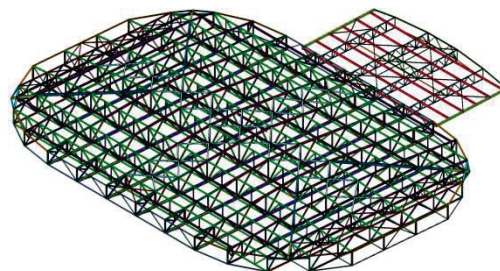


Рисунок 1 – Покрытие арены

На первом этапе сопоставлены два варианта покрытия со стропильными фермами, расположенными с шагом 8,96 м и 12 м. Для обоих вариантов выполнен расчёт по первичной схеме с подбором сечений, минимизирующих коэффициенты использования элементов покрытия; общая металлоёмкость покрытия (с учётом массы листовой стали через строительный коэффициент к собственному весу 1,15) составила 754,22 т для шага 8,96 м и 727,72 т для шага 12 м. На втором этапе для каждого варианта рассмотрены три характерных сценария локального отказа покрытия.

1. Отказ элемента нижнего пояса фермы. Удаление одного стержня нижнего пояса в середине пролёта переводит работу повреждённой фермы в схему с разорванным растянутым поясом: усилия, ранее воспринимавшиеся удалённым элементом, перераспределяются между верхним поясом и прогонами. По результатам статического расчёта наблюдается локальная концентрация усилий в смежных прогонах; условие (1) сохраняется выполненным, и развитие прогрессирующего обрушения исключается.

2. Отказ одной стропильной фермы. Полное удаление фермы — наиболее тяжёлый из рассмотренных в покрытии сценариев: нагрузка с участка, лишённого опоры, должна передаваться на соседние фермы и прогоны, фактически работающие на удвоенном шаге. Результаты расчёта показывают, что нагрузка перераспределяется на две ближайшие фермы по альтернативным путям, образованным системой прогонов; условия (1) и (2) при этом выполняются.

3. Отказ решетчатого прогона. Исключение одного прогона между двумя фермами вызывает локальное перераспределение нагрузки на ближайшие к повреждённому участку прогоны. Сценарий характеризуется выраженной локализацией отказа и не приводит к развитию цепной реакции; требования [1] в части предотвращения прогрессирующего обрушения выполнены.

Результаты сопоставления металлоёмкости для обоих вариантов сведены в таблицу 1. Для шага ферм 8,96 м (шесть ферм) металлоёмкость по первичной схеме составила 754,22 т, по вторичным схемам — 771,90 т; для шага 12 м (четыре фермы) — соответственно 727,72 т и 754,66 т. Во всех схемах вариант с шагом 12 м оказывается более экономичным: разница составляет приблизительно 3,64% при сопоставимых показателях деформативности и распределения усилий. С учётом этого для последующего расчёта несущей системы здания на прогрессирующее обрушение принят именно этот вариант покрытия (рисунки 2, 3).

Таблица 1 – Сравнение металлоемкости покрытий

Шаг	Масса конструкции, т	
	Расчет по первичной схеме	Расчет по вторичным схемам с учетом прогрессирующего обрушения
8.96 м	754.22	771.90
12 м	727.72	754.66

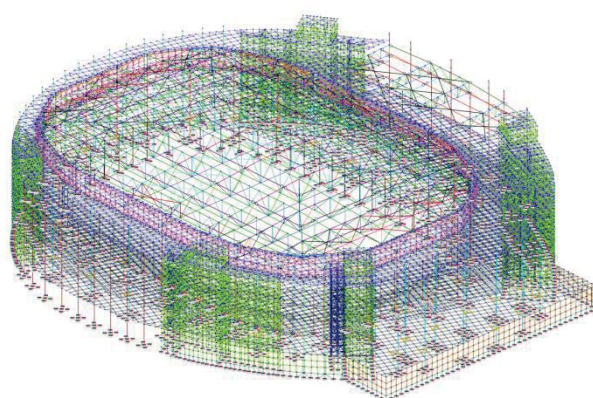


Рисунок 2 – Конечноэлементная расчетная схема

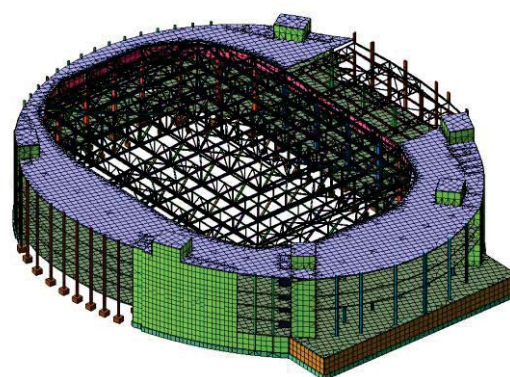


Рисунок 3 – Пространственный вид расчетной схемы

Несущая система здания — комбинированная каркасно-стеновая, выполненная из монолитного железобетона; основными элементами являются колонны, монолитные железобетонные стены, плиты перекрытий и фундаменты. По периметру здания запроектированы шесть лестнично-лифтовых узлов. Колонны имеют квадратное, прямоугольное и круглое поперечные сечения. Несущие стены приняты толщиной 250, 300 и 400 мм; плиты перекрытий — 300 мм; лестницы выполнены монолитными железобетонными. Все железобетонные конструкции запроектированы из бетона класса по прочности на сжатие В25.

Нагрузки на здание включают собственный вес железобетонных и металлических конструкций, нагрузки от полов, кровли, перегородок, потолка, фасада, оборудования и технологических мостиков, а также полезную и климатические нагрузки (снег, ветер). Расчётная модель построена как пространственная конечно-элементная система со стержневыми и пластинчатыми конечными элементами. Граничные условия приняты следующими: опирание ферм на колонны — шарнирное; сопряжение балок и

плит перекрытий с колоннами — жёсткое; колонны жёстко заделаны в фундамент.

Поскольку расчёт покрытия на прогрессирующее обрушение рассмотрен выше, в данном разделе анализируется сценарий локального отказа наиболее ответственной железобетонной колонны несущего каркаса. Расчёт выполнен в два этапа.

1. Первичная расчетная схема (нормальная эксплуатация)

По результатам линейного статического расчёта пространственной системы подобраны сечения стальных ферм и армирование железобетонных элементов. Полученные коэффициенты использования элементов находятся в диапазоне 0,75–0,92, прогибы покрытия не превышают предельно допустимых значений.

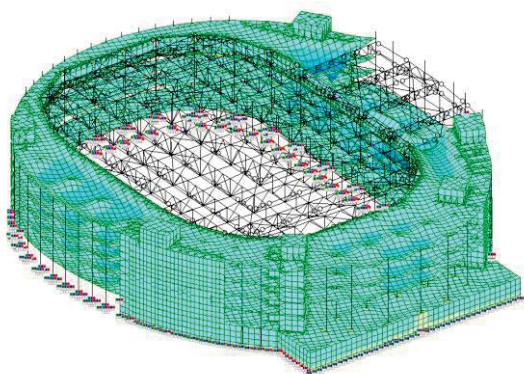


Рисунок 4 – Изополю перемещений элементов модели по Z

Для элементов расчетной схемы, смоделированных в виде пространственных стержней, вычисляются определяющие усилия N и M_x (Рисунки 5-7).

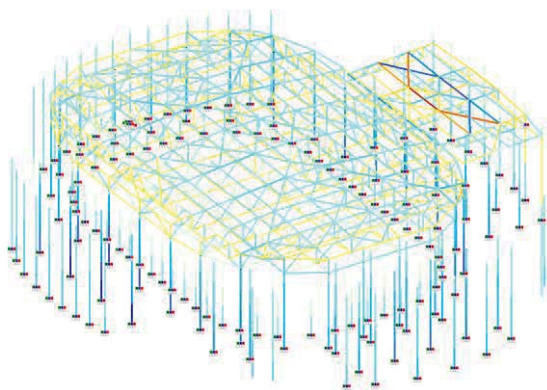


Рисунок 5 – Усилия N в стержневых элементах

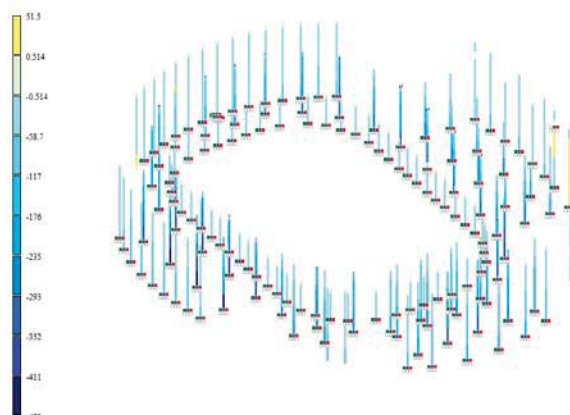


Рисунок 6 – Мозаика усилий N в железобетонных колоннах

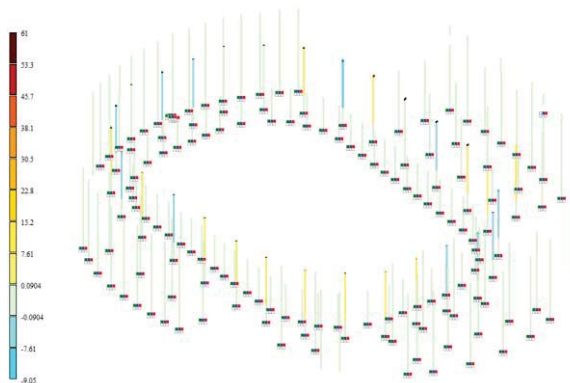


Рисунок 7 – Мозаика усилий M_x в железобетонных колоннах

2. Вторичная расчетная схема (отказ колонны)

Выбор удаляемого элемента основан на анализе напряжённо-деформированного состояния первичной схемы. Наиболее неблагоприятная картина усилий наблюдается в центральных колоннах, на которые опираются стропильные фермы покрытия: фермы передают нагрузку на колонны с эксцентриситетом, что благодаря чему элементы работают на сжатие с изгибом. Кроме того, отказ именно центральной колонны под фермой наибольшего пролёта приводит к выключению из работы значительной части покрытия и поэтому представляет наибольшую угрозу с точки зрения развития прогрессирующего обрушения. На этом основании в качестве выключаемого элемента принята одна центральная монолитная железобетонная колонна, на которую опирается стропильная ферма наибольшего пролёта (рисунок 9). Моделирование отказа выполнено согласно [1] исключением колонны из расчётной схемы.

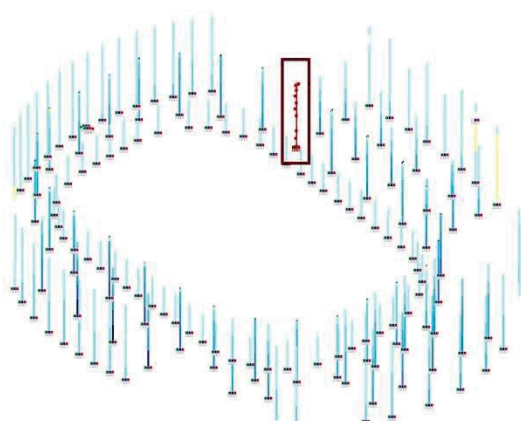


Рисунок 8 – Удаляемая из расчета колонна

Анализ напряжённно-деформированного состояния вторичной схемы показал, что удаление центральной колонны практически не отражается на работе пластинчатых элементов плит перекрытий: жёсткий диск перекрытия сохраняет устойчивость даже при исключении одной из опор по контуру.

Существенные изменения происходят в стержневых элементах металлического покрытия, расположенных вблизи удалённой колонны: сжимающие усилия в них возрастаюткратно, а общая картина перераспределения охватывает значительную часть пространственного каркаса (рисунок 10). Это означает, что при удалении вертикальной опоры ключевую роль играют связи и прогоны, формирующие альтернативные пути передачи усилий.

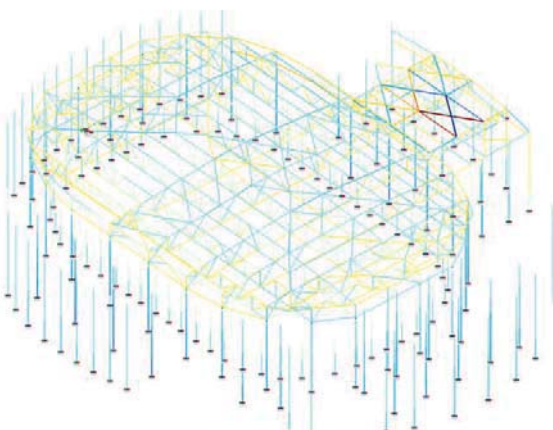


Рисунок 9 – Усилия N в стержневых элементах после удаления колонны

В соответствии с [1] защита здания от прогрессирующего обрушения может обеспечиваться, в частности, за счёт создания альтернативных путей передачи нагрузок, повышения пластичности и несущей способности узлов,

обеспечения пространственной жёсткости и локального усиления ключевых элементов. Применительно к рассмотренной арене из перечисленных мер наиболее значимыми являются усиление связей покрытия и формирование альтернативных путей передачи нагрузки между ферменными узлами и сохранившейся частью каркаса; именно эти мероприятия определяют способность системы воспринимать перераспределённые усилия в окрестности отказавшей колонны.

Результаты выполненного расчёта позволяют сформулировать следующие выводы.

1. Для рассмотренной конструктивной системы наиболее опасным сценарием локального отказа является выход из работы вертикального несущего элемента — центральной монолитной железобетонной колонны, на которую опирается стропильная ферма максимального пролёта; именно в этом случае наблюдается наиболее значительное перераспределение усилий по пространственному металлическому каркасу.

2. При наличии развитой системы связей и достаточной пространственной жёсткости большепролётное металлическое покрытие способно перераспределять усилия по альтернативным путям без перехода к прогрессирующему обрушению; жёсткий диск перекрытия при этом сохраняет устойчивость.

3. Корректное конструктивное решение, основанное на формировании альтернативных путей передачи нагрузки и усилении связей покрытия, позволяет большепролётному сооружению сохранять устойчивость при локальном отказе одного из ключевых несущих элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 385.1325800.2018. Свод правил. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. — Москва, 2018. — 29 с.
2. СП 296.13330.2016 «Здания и сооружения. Особые воздействия» (Приказ Минстроя России от 3 августа 2017 г. № 1105/п) / URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/15431/> - Режим доступа: Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации minstroyrf.gov.ru. — Текст: электронный.
3. ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения» (Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2014 г. № 1974/п) / URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/58469/> - Режим доступа: Сайт «Ин-

тернет и Право» internet-law.ru. – Текст: электронный.

4. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры / Ромашкина М.А., Титок В.П. Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. / Электронное издание, 2018г. – 254 с.

Подъяпольская Мария Александровна – студент группы СУЗ-01 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: mariapodyapolskaya@mail.ru

Кикоть Андрей Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: deltaing@mail.ru

МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

П. А. Смехун, Т. Е. Лютова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В рамках работы рассмотрена история и необходимость диагностики тепловых сетей, основные и новейшие методы внутритрубной диагностики в тепловых сетях, их принципы и особенности, характеристики и условия проведения данных работ.

Ключевые слова: теплоснабжение, внутритрубная диагностика, ВТД, трубы, неразрушающий контроль, акустический контроль, магнитный контроль, внутритрубные снаряды, тепловизионный контроль.

Тепловые сети – чрезвычайно важная инфраструктура, они обеспечивают необходимые для жизни человека условия, комфорт и безопасность. Эффективная работа тепловых сетей является необходимостью в современном мире, особенно в холодных регионах.

Тепловые сети – это система трубопроводов, арматуры, насосного оборудования и других сооружений, предназначенная для транспортировки теплоносителя (вода, пар, газы, высокотемпературные теплоносители) от источника тепла к потребителям и обратно.

В состав тепловых сетей включены трубопроводы тепловых сетей, камеры, павильоны, здания и сооружения (например, котельные), дренажные и другие технические устройства [1].

Главная проблема теплосетей – высокий износ, большая часть имеющихся теплопроводов – это советское наследие. По данным Минстроя РФ, предоставленных на конференции «Теплоснабжение – 2025» уровень износа тепловых сетей в стране превышает 60 %, свыше 31 % — нуждаются в замене. На примере города Барнаула, на 2025 протяженность теплосетей составляет 1713 километров. Средний возраст внутриквартальных теплосетей составляет 37 лет, а магистральных 32 года, при этом для трубопроводов тепловой сети в среднем срок эксплуатации составляет 25 лет.

Ввиду того, что стоимость замены целого участка теплосети является крайне высокой, все мероприятия по ремонту (энергосбережению) должны основываться на актуальных данных, касательно реального состояния трубопровода. Ранняя диагностика, нахождение проблемных участков и проведение соот-

ветствующих мероприятий по продлению ресурса теплосети, позволяют значительно продлить срок службы, а также свести к минимуму количество отказов в отопительный период. Диагностику можно поделить на две условных группы:

- диагностика при авариях;
- инженерная диагностика.

Диагностика при авариях сосредоточена на поиске точного местоположения проблемного участка. О необходимости такой диагностики судят по косвенным признакам – увеличение расхода на участке, проталины, затопление тепловых камер, подвалов домов и т.д. Для поиска места протечки теплоносителя используются различные течеискатели.

Инженерная диагностика осуществляется в целях оценки реального состояния трубопровода, принятия решений о необходимости ремонта и целесообразности эксплуатации.

Для большинства теплосетей, по различным соображениям, используется подземная прокладка (канальная и бесканальная), поэтому особенно интересны методы диагностики, позволяющие осуществить обследование всей протяженности участка, без вскрытия трассы.

Методы диагностики можно разделить на следующие группы:

- тепловизионная съемка;
- магнитные методы;
- акустические методы;
- внутритрубные снаряды и роботы.

Разберем каждое направление более конкретно.

Тепловизионная съемка (рисунок 1) – позволяет выявить температурные аномалии, которые появляются в следствии поврежде-

ния изоляции теплопровода, а также определить места, где имеется течь теплоносителя. Для данного метода может использоваться различное оборудование, в том числе дроны, позволяющие производить аэротепловизионную съемку на больших участках, однако, главным минусом является необходимость прямой доступности к сетям, т.е. необходима наружная прокладка участка теплосети.

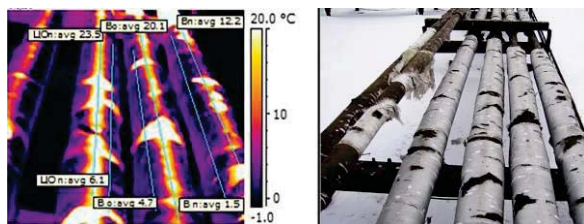


Рисунок 1 – Пример тепловизионной съемки

Магнитные методы – магнитная память металла. Метод основан на связи параметров магнитного поля в окрестностях стальной трубы с уровнем напряжения в последний. Данный метод позволяет выявлять магнитные аномалии, которые говорят о повышенном уровне напряжений. Плюсом данного метода является отсутствие в необходимости прямого доступа к теплопроводу. Прибор может располагаться на изоляции трубы, в случае доступности, или же оператор с мерным колесом может двигаться над теплотрассой, при подземной прокладке. Полученная информация записывается и обрабатывается на компьютере, после чего создается отчет о местоположениях аномалий и работоспособности участка теплосети.

Акустические методы

Акустическая эмиссия – исходя из названия, метод основан на эмиссии (излучении) акустических сигналов высокой частоты при увеличении микротрещин. На поверхности труб устанавливаются вибродатчики (оптимальное расстояние 40-60 м), причиной увеличения микротрещин и начала «работы» данного метода является повышении внутреннего давления в трубопроводе до значений опрессовки. По уровню сигналов эмиссии создается отчет о работоспособности участка теплопровода.

Метод ультразвукового сканирования – на трубе крепится кольцо с ультразвуковыми излучателями и приемниками, генерируемая от «кольца» волна распространяется по металлу трубы, отражается от дефектов и регистрируется датчиками. По уровню отражения сигнала можно определить расстояние до дефекта, местоположение по периметру и уровень опасности дефекта (рисунок 2).

Акустическая томография – диагностируются действующие трубопроводы со внутренним давлением более 0,25 МПа, длина участка для проверки достигает до 300 метров, критически важным является точность определения длины участка, диаметра и материала трубы. На противоположных частях теплопровода удаляется теплоизоляция, по возможности гидроизоляция, зачищается место установки датчиков до металла. После «старта» прибора, осуществляется запись звуковых сигналов, сопровождающих движение воды по трубе. Два датчика передают данные в реальном времени на головное устройство, на экране которого отмечаются все колебания. По размеру колебаний и их стабильности делается вывод о местонахождении проблемного участка.



Рисунок 2 – Прибор Wavemaker

После «старта» прибора, осуществляется запись звуковых сигналов, сопровождающих движение воды по трубе. Два датчика передают данные в реальном времени на головное устройство, на экране которого отмечаются все колебания. По размеру колебаний и их стабильности делается вывод о местонахождении проблемного участка.

Внутритрубные снаряды и роботы – являются самым передовым методом инженерной диагностики, только они обладают 100% точностью, позволяют проводить диагностику на трубопроводах из большого количества материалов.



Рисунок 3 – Телеуправляемый диагностический комплекс

Робот – примером можем служить комплекс компании «Диаконт» (рисунок 3), ком-

плекс позволяет проводить диагностику при сложной геометрии трубопроводов. Способен применять различные методы контроля, такие как, магнитный, ультразвуковой, визуальный и измерительный. Позволяет проходить участки до 600 метров в обе стороны от места загрузки, отсутствует необходимость удаления внутренних отложений, главным требованием является диаметр, подходящий для работы комплекса и опорожнение трубопровода.



Рисунок 4 – Внутритрубный инспекционный прибор (PipeScanner)

Внутритрубный снаряд (рисунок 4) – примером может служить компания «ЮНИ-КОН-ЗСК», проводящие услуги по внутритрубному диагностированию методом аку-

стического резонанса. Данная технология позволяет получить карту наружных и внутренних дефектов, обладает высокой скоростью диагностирования (288 м/ч), позволяет диагностировать участки до 1500 м (по 750 м в две стороны), диагностика не требует очистки внутренних стенок труб. Трубопровод должен быть полностью заполнен водой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 74.13330.2023. Тепловые сети. СНиП 3.05.03-85. [электронный ресурс]. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/361149/> (дата обращения 29.03.2026).

Смехун Павел Александрович – студент группы С-23, e-mail: rahan_smekhun@mail.ru

Лютова Татьяна Евстафьевна – старший преподаватель кафедры «Инженерные сети, теплотехника и гидравлика», e-mail: lut-t@mail.ru.

ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ И СОБСТВЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДОРОЖНОГО ОСНОВАНИЯ, УКРЕПЛЕННОЙ ЗОЛОЙ ТЭЦ

Н. В. Баев, М. В. Ватулин, А. О. Хребто

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния химических добавок ($MgSO_4$, $NaCl$) на физико-механические характеристики композиционного материала на основе речного песка, глины и высококальцевой золы ТЭЦ. Актуальность исследования обусловлена необходимостью расширения сырьевой базы дорожного строительства за счет утилизации техногенных отходов энергетики. Установлено, что введение сульфата магния ($MgSO_4$) в количестве 1,0–1,5% от массы сухой смеси совместно с хлоридом натрия ($NaCl$) 1,0–2,0% приводит к значительному эффекту, выражающемуся в росте прочности на сжатие в поздние сроки твердения (до 18,5 МПа на 90 суток) и снижении собственных деформаций расширения в 2–6 раз по сравнению с составами без добавок. Показана роль катионного обмена в поглотительной способности глины как ключевого фактора стабилизации объема.

Ключевые слова: высококальцевая зола ТЭЦ, дорожное основание, собственные деформации, прочность на сжатие, активация твердения, хлорид натрия, сульфат магния, укрепление грунтов, поглотительная способность глин.

Введение

В условиях постоянного роста стоимости традиционных вяжущих материалов (цемент, известняк) и ужесточения экологических требований к складированию отходов теплоэнергетики, использование зол-уноса ТЭЦ в дорожном строительстве приобретает особую значимость. Золой Канско-Ачинских углей, являющиеся высококальцевыми, обладают собственными вяжущими свойствами, однако процесс набора прочности в естественных условиях часто замедлен и сопровождается неравномерными объемными изменениями [1, 2].

Традиционные исследования [3] показывают, что прочностные показатели золоминеральных смесей можно существенно повысить введением химических активаторов твердения. Если ранее основное внимание уделялось щелочной активации, то данное исследование сосредоточено на влиянии солей-электролитов, в частности сульфата магния и хлорида натрия. Введение хлоридов способствует ускорению гидратации свободной извести, содержащейся в высококальцевой золе, а сульфатные соединения участвуют в образовании этtringитоподобных фаз на ранних стадиях.

Особый интерес представляет взаимодействие солей с глинистой составляющей композита (30% калиновой глины). Поглоти-

тельная способность глин, обусловленная катионным обменом, может существенно изменять реологические свойства смеси, процессы усадки и набухания. Однако в литературе практически отсутствуют данные о влиянии $MgSO_4$ и $NaCl$ на катионообменный комплекс глин в системах с высококальцевой золой.

Целью работы являлось установление оптимального процентного соотношения добавок $MgSO_4$ и $NaCl$ в композите «глина-песок-зола» для достижения максимальной прочности при сжатии и минимальных собственных деформаций в возрасте проектной эксплуатации дорожного покрытия (28–90 суток).

Задачи исследования:

1. Определить влияние концентраций $MgSO_4$ и $NaCl$ по отдельности на прочность и деформации.
2. Выявить синергетический эффект при совместном введении солей.
3. Исследовать роль поглотительной способности глины в стабилизации объема композита.
4. Установить оптимальный состав для дорожного основания.

Материалы и методы.

Для экспериментальной части были приняты следующие исходные компоненты:

– Высококальцевая зола ТЭЦ (Барнаульская ТЭЦ-2) — 20% от массы твердой фазы.

– Глина калиновая (месторождение Алтайского края) — 30%.

– Песок речной II класса (мелкий, $M_{кр}$ 1,8) — 50%.

Образцы-цилиндры изготавливались методом прессования при оптимальной влажности и максимальной плотности скелета грунта. Химические добавки вводились с водой затворения:

– $MgSO_4$: 0,5%; 1,0%; 1,5%. от массы глины;

– $NaCl$: 1,0%; 2,0%; 3,0%. от массы высококальцевой золы, А также совместные составы: ($MgSO_4$ 0,5%; 1,0%; 1,5%) + ($NaCl$ 1,0%).

Твердение образцов происходило в камере нормального влажностного режима.

Испытания на прочность при одноосном сжатии проводились в возрасте 3, 7, 28, 56 и 90 суток на гидравлическом прессе с фиксацией разрушающей нагрузки с точностью 0,1 кН. На каждую точку испытывалось 3 образца, в таблицах приведены средние арифметические значения. Коэффициент вариации не превышал 12%.

Измерение собственных деформаций выполнялось на образцах-призмах (методом горизонтальной усадки с фиксацией по высоте) в возрасте от 3 до 12 суток (наиболее активный период объемных изменений). Из-

мерения проводились с точностью 0,001 мм. Относительная деформация ε (мм/м) рассчитывалась по формуле:

$$\varepsilon = (L_i - L_0) / L_0 \times 1000 \quad (1)$$

где L_0 — начальная высота образца после формования (сутки 0–1), L_i — высота образца в возрасте i суток. Положительные значения ε соответствуют расширению, отрицательные — усадке.

Результаты и их обсуждение

Полученные экспериментальные данные (рисунки 1 и 2) демонстрируют четкую нелинейную зависимость прочности от концентрации солей.

Анализ влияния добавок солей на прочностные показатели:

1. $MgSO_4$ в диапазоне 1,0-1,5% способствует максимальному росту прочности. Повышение концентрации свыше 1,5% ведет к снижению прочностных показателей, что снижает несущую способность.

2. $NaCl$ в диапазоне 1,0-2,0% является оптимальным. Введение 3% $NaCl$ не дает существенного прироста прочности по сравнению с 2% добавкой.

3. Синергия состава ($MgSO_4$ 1% + $NaCl$ 2%). На 90-е сутки зафиксирован максимальный результат - 18,462 МПа, что почти в 1,6 раза превышает показатели состава с одинарной добавкой $NaCl$ (1%) и более чем вдвое — контрольного состава без солей.

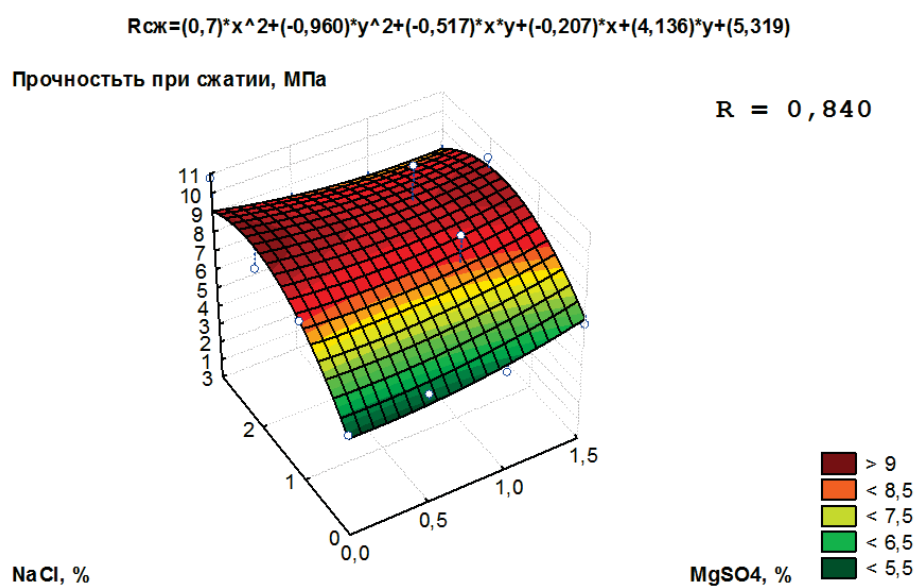


Рисунок 1 – График зависимости прочности при сжатии от содержания добавок солей на 28 суток твердения

$$R_{сж} = (1,115) \cdot x^2 + (-2,238) \cdot y^2 + (-0,044) \cdot x \cdot y + (-1,599) \cdot x + (7,409) \cdot y + (9,279)$$

Прочность при сжатии, МПа

$$R = 0,825$$

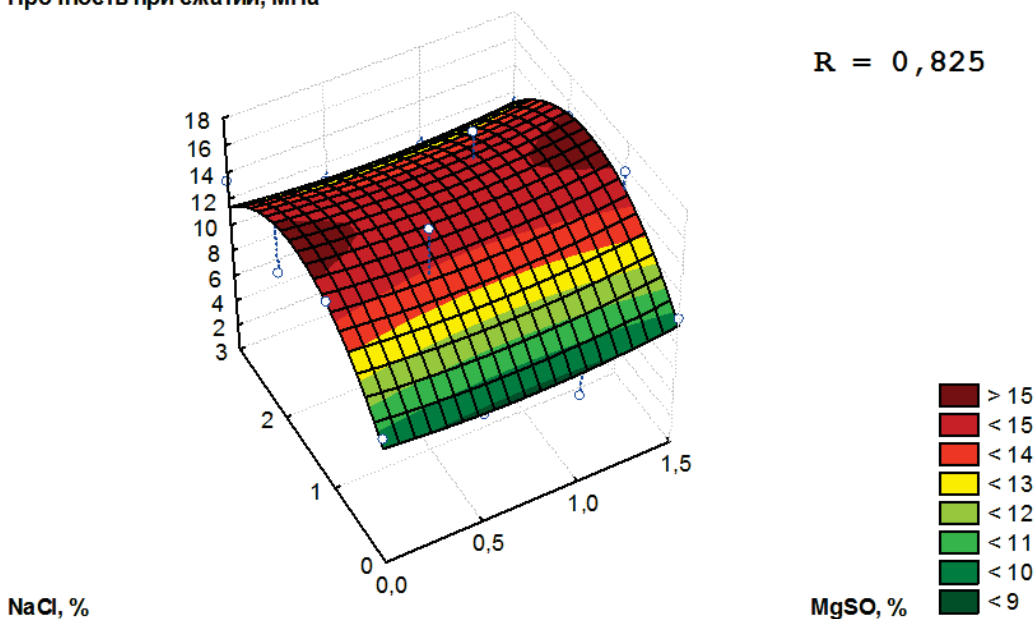


Рисунок 2 – График зависимости прочности при сжатии от содержания добавок солей на 90 суток твердения

Анализ деформационного поведения:

1. Контрольный состав и состав А-0,5 показывают прогрессирующее расширение от 1,67 мм/м на 5 суток до 3,12 мм/м на 12 суток. Это объясняется медленной гидратацией свободной извести золы с образованием гидроксида кальция, который увеличивает объем.

2. Состав с (1% $MgSO_4$) демонстрирует значительно меньшие деформации на ранних сроках (0,18 мм/м на 5 сут), но к 12 суткам расширение всё же возрастает до 2,96 мм/м. Это указывает на то, что сульфат магния частично связывает известь в сульфатные соединения, но не полностью.

3. Состав с (1,5% $MgSO_4$) является наилучшим среди моносолевых составов: деформации минимальны на всех сроках (0,48 мм/м на 12 сут). Высокая концентрация $MgSO_4$ активно связывает $Ca(OH)_2$, образуя гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) и брусит ($Mg(OH)_2$), которые не дают объемного расширения.

4. Составы с NaCl и все совместные составы показывают стабильность: деформация фиксируется на уровне 1,67 мм/м с 5 по 12 суток. Это объясняется, помимо химических реакций с золой, также регуляцией поглощательной способности глины.

Обсуждение механизмов.

Полученные результаты позволяют предположить следующие химические и физико-химические процессы:

1. В присутствии $MgSO_4$:
 - $Ca(OH)_2$ (свободная известь золы) + $MgSO_4$ + $2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (гипс) + $Mg(OH)_2$ (брусит)
 - Гипс взаимодействует с алюминатами кальция (C_3A) в золе, образуя этtringит ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) на ранних стадиях, что упрочняет структуру.
2. В присутствии NaCl:
 - Ускоряется диссоциация и растворение ионов Ca^{2+} , Al^{3+} , Si^{4+} из золы.
 - Повышается ионная сила раствора, что ускоряет гидратацию и снижает температуру замерзания воды (важно для зимнего дорожного строительства).
 - Образование хлоралюминатов кальция (например, $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$) стабилизирует объем.
3. Совместное действие $MgSO_4$ и NaCl:
 - NaCl обеспечивает высокую скорость гидратации в первые 7–14 суток.
 - $MgSO_4$ связывает избыточную известь, предотвращая позднее расширение (которое наблюдалось у контроля).

– В результате формируется плотная, стабильная структура с высокой прочностью (18,5 МПа) и почти полным отсутствием прогрессирующих деформаций.

– Глинистая составляющая переходит в Mg-форму со сжатым двойным электрическим слоем, что минимизирует деформации.

Выводы

1. Экспериментально установлено, что совместное введение $MgSO_4$ (1,0% от массы сухой смеси) и $NaCl$ (1,0% от массы сухой смеси) в композит «глина – песок – высококальциевая зола» (30:50:20) обеспечивает максимальную прочность при сжатии в возрасте 90 суток – 18,46 МПа, что в 2,03 раза выше контрольного состава без добавок.

2. Собственные деформации в составах с $NaCl$ (индивидуально или совместно с $MgSO_4$) стабилизируются на уровне 1,67 мм/м уже с 5 суток и не прогрессируют до 12 суток, тогда как контрольный состав демонстрирует рост деформаций до 3,12 мм/м. Применение 1,5% $MgSO_4$ без $NaCl$ снижает деформации до 0,48 мм/м.

3. Превышение концентрации $MgSO_4$ более 1,5% (без $NaCl$) приводит к снижению прочности на 10–15%, предположительно из-за образования избыточного эттрингита и микрорастрескивания, что зафиксировано и по росту деформаций.

4. Регуляция поглотительной способности глины. Установлено, что добавки $MgSO_4$ (1–1,5%) и $NaCl$ (1–2%) изменяют катионообменный комплекс калиновой глины: Mg^{2+} обладает селективной адсорбцией и формирует Mg-форму глины с минимальной гидрофильностью (деформации 0,48 мм/м при 1,5% $MgSO_4$), Na^+ временно ускоряет гидратацию, а высокая ионная сила раствора подавляет набухание (деформации 1,67 мм/м). Совместное введение обеспечивает оптимальное заполнение обменного комплекса.

5. Практический учёт. Состав (1% $MgSO_4$ + 1% $NaCl$) рекомендуется как базовый для опытно-промышленного внедрения при устройстве оснований автомобильных дорог IV–V категорий. Дополнительно требуется оценка морозостойкости и стойкости к вымыванию солей.

6. При проектировании составов рекомендуется учитывать ёмкость катионного обмена глины для точного дозирования солей-активаторов, избегая как недостатка (неполное замещение) так и избытка (пересоление и пептизация).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчаренко, Г.И. Зола углей КАТЭКа в строительных материалах / Г.И. Овчаренко. – Красноярск: Изд-во КрасГУ, 1991. – 215 с.

2. Овчаренко, Г.И. Газобетоны на основе высококальциевых зол ТЭЦ: монография / Г.И. Овчаренко, Ю.В. Щукина, К.П. Черных. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – 148 с.

3. Овчаренко, Г.И. Оценка свойств зол углей КАТЭКа и их использование в тяжелых бетонах / Г.И. Овчаренко, А.Г. Плотникова, В.Б. Францен. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1997. – 92 с.

Баев Никита Васильевич – студент кафедры «Строительные материалы и автомобильные дороги», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: baev-vasenka@mail.ru.

Ватулин Матвей Владимирович – студент кафедры «Строительные материалы и автомобильные дороги», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: vatulina80@gmail.com.

Хребто Алексей Олегович – старший преподаватель кафедры «Строительные материалы и автомобильные дороги», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: aleksei.hrebtov@inbox.ru.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Н. В. Медведев, Е. А. Корольков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье выполнен анализ современных материалов, применяемых при устройстве водопропускных труб на автомобильных дорогах. Рассмотрены четыре типа конструкций: традиционные железобетонные трубы, металлические гофрированные трубы (типов МГК и ЛМГ), трубы из полимерных композитов) и гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы. Сравнение проведено по техническим (несущая способность, долговечность, коррозионная стойкость), технологическим (вес, сложность монтажа, требования к основанию) и экономическим (капитальные затраты, совокупная стоимость владения) показателям. Установлено, что наиболее экономически эффективными являются гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы, обеспечивающие снижение капитальных затрат на 50–55 % по сравнению с железобетонными аналогами при сопоставимых эксплуатационных характеристиках.

Ключевые слова: автомобильные дороги, водопропускные трубы, дорожный водоотвод, новые материалы, полимерные материалы, полимерные композиты, гофрированные металлические трубы, полипропиленовые трубы, технико-экономическое сравнение

Введение

Водопропускные трубы являются одним из ключевых элементов дорожной инфраструктуры, обеспечивая пропуск водных потоков через тело насыпи и предотвращая разрушение дорожного полотна. От их технического состояния зависит не только долговечность самой дороги, но и безопасность дорожного движения. Однако значительная часть существующих водопропускных труб, построенных в XX веке из традиционных материалов — железобетона и металла, в настоящее время выработала свой ресурс и требует ремонта или полной замены. Это обуславливает необходимость разработки и внедрения новых, более совершенных материалов и технологий, способных обеспечить требуемую надёжность и долговечность сооружений в современных условиях.

В последние годы наблюдается активное внедрение в практику дорожного строительства водопропускных труб из полимерных материалов и композитов. Как отмечают авторы исследования [1], посвящённого повышению эксплуатационной надёжности водопропускных труб, современная нормативная база и практический опыт показывают, что альтернативные материалы способны успешно конкурировать с традиционными решениями. В работе [1] проведён анализ различных типов труб, выявлены их достоинства и недостатки,

на основании которого сделан вывод о перспективности использования полимерных материалов в дорожном строительстве.

Особый интерес представляют полимерные гофрированные двухслойные трубы, которые благодаря своей конструкции сочетают высокую кольцевую жёсткость с относительно небольшим весом. В статье Зиннурова и соавторов [2] на основе экспериментальных и численных исследований доказано, что кольцевая жёсткость является определяющим фактором при работе таких труб под нагрузкой от веса насыпи и транспортных средств. Авторами получены рекомендации по размещению полипропиленовых труб в насыпи автомобильной дороги, что подтверждает возможность их практического применения.

В качестве альтернативы железобетонным конструкциям также широко используются гофрированные металлические трубы. Как указано в обзоре [5], трубы МГК и ЛМГ из оцинкованной стали с профилированной поверхностью обладают высокой прочностью, устойчивостью к нагрузкам и сроком службы до 40–70 лет. За счёт гофрированной структуры металл приобретает гибкость и способность равномерно распределять давление грунта, а небольшой вес по сравнению с железобетонными аналогами упрощает монтаж и снижает стоимость работ [5].

Нормативной основой для применения полимерных композитов служит ГОСТ 33123-2014 [3], который распространяется на трубы из полимерных композитов, используемые в качестве водопропускных под насыпями автомобильных и железных дорог. Стандарт допускает их применение в условиях умеренного и холодного климата при температурах воздуха от минус 50°C до плюс 60°C [3]. Методические рекомендации по проектированию, строительству и ремонту таких труб содержатся в отраслевом дорожном методическом документе ОДМ 218.3.053-2015 [9]. Данный документ, имеющий рекомендательный характер, устанавливает основные требования к применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов на автомобильных дорогах всех категорий в различных дорожно-климатических зонах. В районах со средней температурой наиболее холодной пятидневки ниже минус 40°C рекомендуется проведение дополнительных испытаний для подтверждения возможности их применения [4].

Таким образом, анализ литературных источников свидетельствует о том, что современные материалы (полимерные композиты, гофрированный металл, полипропилен) обладают рядом преимуществ перед традиционными решениями: меньшим весом, коррозионной стойкостью, долговечностью и технологичностью монтажа. Однако для широкого внедрения этих материалов требуется дальнейшее совершенствование нормативной базы и накопление практического опыта их эксплуатации.

Материалы и методы

В работе использован комплекс методов, включающий анализ научно-технической литературы и нормативно-правовых документов, обобщение данных из открытых интернет-источников, а также технико-экономическое сравнение альтернативных вариантов водопропускных труб. Такой подход позволил систематизировать современные сведения о применяемых материалах, выявить их достоинства и недостатки, а также оценить экономическую целесообразность использования различных конструкций.

Анализ литературных источников проводился по следующим направлениям: общая характеристика существующих типов водопропускных труб, опыт применения полимерных композитов, гофрированного металла и полипропиленовых труб, а также требования нормативных документов к их проектированию и устройству. Для этого использовались публикации в рецензируемых научных жур-

налах, отраслевые стандарты и методические рекомендации, а также данные специализированных интернет-ресурсов, содержащие техническую информацию о продукции ведущих производителей. Выбор указанных источников обусловлен их актуальностью, достоверностью и соответствием теме исследования.

Для получения объективных данных о преимуществах и ограничениях каждого типа труб был выполнен технико-экономический анализ. В качестве сравниваемых вариантов рассматривались:

- железобетонные водопропускные трубы (традиционный материал);
- гофрированные металлические трубы из оцинкованной стали (типа МГК и ЛМГ);
- трубы из полимерных композитов (ГОСТ 33123-2014);
- гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы.

Сравнение производилось по следующим критериям:

- технические параметры: кольцевая жёсткость, устойчивость к статическим и динамическим нагрузкам, долговечность (срок службы), коррозионная стойкость, водонепроницаемость, морозостойкость, диапазон рабочих температур;
- технологические показатели: масса погонного метра, сложность транспортировки, требования к основанию, скорость монтажа, необходимость специальной техники, возможность круглогодичного устройства.

- экономические показатели: стоимость материала, стоимость доставки, стоимость подготовительных работ (устройство основания, защитные слои), стоимость монтажа и гидроизоляции, затраты на эксплуатацию и ремонт в течение жизненного цикла.

Результаты и их обсуждение

По несущей способности все рассматриваемые типы труб в целом соответствуют требованиям, предъявляемым к водопропускным сооружениям под насыпями автомобильных дорог III технической категории. Вместе с тем имеются существенные различия в ключевых характеристиках.

Железобетонные трубы традиционно считаются наиболее прочным и герметичным вариантом, что обусловлено высокой прочностью бетона на сжатие. Однако железобетон является хрупким материалом, и такие трубы плохо воспринимают неравномерные осадки и подвижки грунта, что может приводить к образованию трещин и разрушению звеньев. Кроме того, ЖБТ подвержены коррозии арматуры, особенно в агрессивных грунтовых во-

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

дах, что снижает их фактический срок службы.

Металлические гофрированные трубы (типов МГК и ЛМГ) благодаря гофрированной структуре приобретают высокую упругость и способность равномерно распределять давление грунта, что позволяет им выдерживать нагрузки на 20–25 % выше по сравнению с железобетонными аналогами того же диаметра. Однако их слабым местом является подверженность коррозии – даже оцинкованная сталь со временем окисляется, особенно в агрессивных средах. Для повышения долговечности применяются трубы с дополнительным полимерным покрытием, что увеличивает коррозионную стойкость, но и повышает стоимость.

Трубы из полимерных композитов (ГОСТ 33123-2014) представляют собой современный тип конструкций, сочетающих высокую коррозионную стойкость с достаточной механической прочностью. Они не подвержены гниению и воздействию агрессивных сред, а диапазон рабочих температур от минус 50°C до +60°C позволяет использовать их в большинстве регионов России. Их кольцевая жёсткость сопоставима с металлическими аналогами, а химическая стойкость существенно выше.

Гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы обладают стойкостью к коррозии и химическим воздействиям, эластичны, не подвержены гниению. Их срок эксплуатации превышает 50 лет. Внутренний слой трубы гладкий, что обеспечивает высокую пропускную способность, а наружный гофрированный – обеспечивает кольцевую жёсткость и устойчивость к внешним нагрузкам. К недостаткам можно отнести повышенную чувствительность к УФ-излучению (требуется защиты от солнечного света при хранении) и некоторую хрупкость при отрицательных температурах, что корректируется модификацией материала.

Долговечность (прогнозируемый срок службы) является важнейшим техническим параметром, определяющим необходимость ремонтов и замен в процессе эксплуатации. По этому показателю также наблюдается значительный разброс.

Вес конструкции и сложность транспортировки и монтажа являются ключевыми технологическими параметрами, определяющими стоимость и продолжительность строительства.

Железобетонные трубы являются самыми тяжёлыми. Они изготавливаются отдельными звеньями (поскольку цельная труба

большой длины была бы неподъёмной и труднодоступной). Их доставка требует тяжёлых грузовых автомобилей, а монтаж – использования мощных кранов. Перед укладкой необходимо устройство массивного гравийно-песчаного основания, проведение геологических изысканий и подготовка строительной площадки. Эти факторы существенно увеличивают продолжительность и стоимость работ.

Металлические гофрированные трубы весят в 8–10 раз меньше железобетонных аналогов. Благодаря этому они могут доставляться стандартным грузовым транспортом без устройства специальных подъездных путей. Монтаж возможен в любое время года и в неблагоприятных погодных условиях, а для установки зачастую не требуется крупная строительная техника. Кроме того, монтаж возможен без предварительного вскрытия насыпи. Требования к основанию минимальны – достаточно гравийной подушки.

Трубы из полимерных композитов также характеризуются малым весом и высокой технологичностью монтажа. Процесс установки аналогичен монтажу металлических гофрированных труб, но с ещё более низкими требованиями к антикоррозионной защите.

Гофрированные полипропиленовые трубы, благодаря двухслойной конструкции, сочетают малый вес с высокой кольцевой жёсткостью. Их доставка и монтаж максимально просты, а соединение секций осуществляется с помощью раструбов или муфт, что ускоряет процесс. Максимальная температура постоянных стоков до 60°C делает их пригодными для большинства климатических условий. Однако для районов с экстремально низкими температурами (ниже минус 40°C) требуются дополнительные испытания.

Экономическая эффективность оценивалась по формуле совокупной стоимости владения на 1 погонный метр трубы диаметром 1,5 м с учётом срока службы 50 лет и коэффициента дисконтирования. Расчёт включает капитальные затраты (стоимость материала, доставки, подготовительных работ, монтажа, гидроизоляции) и эксплуатационные расходы (ремонт, обслуживание за весь период). Для ЖБТ дополнительно учтена стоимость усиленного основания, обусловленная высокими требованиями к грунтам и риском деформаций. Для МГТ, ПК и ПП учтена экономия на основании и логистике. Гарантированный срок службы принят: ЖБТ – 50 лет (при благоприятных условиях), МГТ – 40–70 лет, ПК – 50+ лет, ПП – 50+ лет.

Расчёт показал следующее:

- железобетонные трубы: капитальные затраты максимальны из-за высокой стоимости материала, сложной логистики, устройства усиленного основания и использования тяжёлой техники;
- металлические гофрированные трубы: капитальные затраты на 35–40 % ниже, чем у ЖБТ, за счёт меньшего веса и упрощённого монтажа;
- трубы из полимерных композитов: капитальные затраты на 45–50 % ниже, чем у ЖБТ;

- гофрированные полипропиленовые трубы: капитальные затраты минимальны – на 50–55 % ниже, чем у ЖБТ.

Эксплуатационные расходы для всех типов приняты равными при условии соблюдения технологии монтажа и эксплуатации, за исключением затрат на антикоррозионную защиту для МГТ (при использовании без полимерного покрытия).

В таблице 1 представлено сравнение вариантов водопропускных труб.

Таблица 1 – Сравнение вариантов водопропускных труб

Показатель	Железобетонные трубы (ЖБТ)	Металлические гофрированные трубы (МГТ)	Трубы из полимерных композитов (ПК)	Гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы (ПП)
Несущая способность	Высокая (хрупкая)	Высокая (упругая)	Средняя	Средняя
Долговечность (срок службы), лет	50 (при благоприятных условиях)	40–70 (в зависимости от покрытия)	50+	50+
Коррозионная стойкость	Низкая (арматура)	Низкая/Средняя	Высокая	Высокая
Вес, т/п.м	Тяжёлые	В 8–10 раз легче ЖБТ	Лёгкие	Лёгкие
Сложность монтажа	Высокая (требуется спецтехника)	Низкая (без спецтехники)	Низкая	Низкая
Требования к основанию	Высокие (гравийно-песчаная подушка)	Низкие (гравийная подушка)	Низкие	Низкие
Капитальные затраты (на 1 п.м, отн. ед.)	1,00	0,60–0,65	0,50–0,55	0,45–0,50
Совокупная стоимость владения (ТСО, 50 лет)	1,20	0,70–0,80	0,55–0,65	0,50–0,60

Таким образом, проведённое технико-экономическое сравнение показывает, что

наиболее экономически эффективными являются гофрированные двухслойные поли-

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

пропиленовые трубы, обеспечивающие снижение капитальных затрат на 50–55 % по сравнению с железобетонными аналогами при сопоставимых или лучших технических и технологических характеристиках.

В результате выполнения работы был проведён комплексный анализ применения современных материалов при устройстве водопропускных труб на автомобильных дорогах. Основные выводы и результаты исследования сводятся к следующему.

Подтверждено, что наиболее распространённые традиционные железобетонные трубы обладают высокой несущей способностью, однако характеризуются значительным весом, сложностью монтажа, высокой стоимостью логистики и подверженностью коррозии арматуры. Их срок службы при неблагоприятных условиях может сокращаться, что делает необходимым поиск альтернативных решений.

Металлические гофрированные трубы (МГК и ЛМГ) являются эффективной альтернативой железобетонным, так как имеют в 8–10 раз меньший вес, упрощённый монтаж без привлечения тяжёлой строительной техники и снижение капитальных затрат на 35–40 %. Основным ограничением остаётся коррозионная стойкость, требующая применения дополнительных защитных покрытий.

Трубы из полимерных композитов (ГОСТ 33123-2014) демонстрируют высокую коррозионную стойкость, долговечность (свыше 50 лет) и широкий диапазон рабочих температур (от –50 до +60 °С). Капитальные затраты на их устройство на 45–50 % ниже, чем у железобетонных аналогов.

Наиболее перспективными признаны гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы, которые сочетают малый вес, высокую кольцевую жёсткость, коррозионную стойкость и технологичность монтажа. Капитальные затраты минимальны (на 50–55 % ниже по сравнению с ЖБТ), а совокупная стоимость владения за 50 лет также является наименьшей среди всех рассмотренных вариантов.

Проведённое технико-экономическое сравнение показало, что внедрение полимерных и металлических гофрированных труб позволяет существенно сократить сроки строительства и ремонта водопропускных сооружений, снизить эксплуатационные расходы на протяжении жизненного цикла. Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования при проектировании и

капитальном ремонте автомобильных дорог, особенно в условиях ограниченных бюджетов и необходимости быстрого восстановления инфраструктуры.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на накопление практических данных о долговременной эксплуатации труб из полимерных материалов в различных дорожно-климатических зонах, а также на совершенствование нормативной базы, регламентирующей их применение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипова Т.В., Осипов Д.Е., Тарасеева Н.И. О водопропускных трубах на автомобильных дорогах // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2025. – № 1(70). – URL: trts.esrae.ru/99-723.
2. Зиннуров Т.А., Пискунов А.А., Петровпавловских О.К., Ананьев А.А., Шаймарданов И.А. Возможность использования гофрированных полипропиленовых труб в насыпи автомобильной дороги // Строительство и архитектура. – DOI: 10.xxxx.
3. ГОСТ 33123-2014. Трубы водопропускные из полимерных композитов. Технические условия. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015.
4. ОДМ 218.3.053-2015. Рекомендации по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов. – М.: Росавтодор, 2017.
5. Гофрированные металлические водопропускные трубы МГК и ЛМГ для дорог — виды, преимущества и применение [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aleksinask.ru/> (дата обращения: 06.05.2026).

Медведев Никита Владимирович – старший преподаватель кафедры строительства автомобильных дорог и аэродромов, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: adio-06@mail.ru.

Корольков Егор Александрович – студент гр. С-34, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: egorik.pomidorik1@mail.ru

ДИФФУЗИЯ АГРЕССИВНЫХ ХЛОРИД-ИОНОВ В БЕТОНЕ И ФИЗИКА КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ

М. С. Ликаренко, А. В. Вольф

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В работе исследуются процессы переноса хлорид-ионов в пористой структуре бетона и их влияние на разрушение пассивного слоя арматуры. Рассмотрены физические механизмы диффузии, адсорбции условия, при которых происходит разрушение пассивного слоя на поверхности стальной арматуры, приводящее к развитию электрохимической коррозии. Предложена модель, учитывающая нестационарный характер переноса и изменение коэффициента диффузии во времени. Показано, что ключевую роль играет микроструктура цементного камня и степень его насыщения влагой. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования срока службы конструкций и разработки более устойчивых к коррозии материалов.

Ключевые слова: диффузия хлорид-ионов, электролитическая диссоциация, пористая структура бетона, коэффициент диффузии, математическая модель, пассивная пленка, коррозия арматуры.

Железобетон широко используется в инженерной практике благодаря высокой несущей способности, технологичности и экономичности. Его долговечность напрямую зависит от состояния арматуры, которая работает на растяжение. При агрессивных воздействиях среды, особенно при проникновении хлорид-ионов (из противогололедных средств или техногенных источников), защитные свойства бетона нарушаются. Хлориды накапливаются в защитном слое, вызывают депассивацию стали и инициируют коррозию. Основным механизмом переноса ионов в насыщенном бетоне – диффузия, которая определяет скорость достижения критической концентрации хлоридов у поверхности арматуры.

Проблема особенно актуальна для транспортных и прибрежных сооружений, где воздействие хлоридов неизбежно. Коррозия арматуры снижает несущую способность конструкций, увеличивает затраты на возможный ремонт и создает риски для безопасности. В условиях старения инфраструктуры требуется изучение процессов диффузии хлоридов и физических механизмов, приводящих к депассивации арматуры и началу коррозии.

Стальная арматура в железобетонных конструкциях в нормальных условиях эксплуатации находится в так называемом пассивном состоянии. Это состояние, при котором на поверхности стали формируется тонкая оксидная пленка, которая защищает металл

от растворения. Характеризуется крайне низкой скоростью коррозии, что обеспечивает длительный срок службы конструкций без существенной потери несущей способности.

Пассивность стали обусловлена щелочной средой, формирующейся в порах цементного камня. В процессе гидратации цемента образуются гидроксиды кальция и щелочные соединения, благодаря которым pH порового раствора достигает значений порядка 12-13. Однако эта пассивность не является абсолютной и может быть нарушена при определенных условиях.

При снижении щелочности, например, в результате карбонизации бетона, происходит уменьшение защитных свойств. Карбонизация связана с проникновением углекислого газа из воздуха и его реакцией с гидроксидом кальция. Это приводит к снижению pH до значений около 9 и ниже, при которых пассивная пленка становится неустойчивой.

Депассивация – это процесс разрушения защитной пленки арматуры, из-за чего может начаться процесс коррозии. Часто носит локальный характер. Различные вещества различно влияют на арматуру: те, что повышают скорость коррозии, называют стимуляторами (сильнейшими являются ионы хлора); те, что снижают скорость, называют замедлителями (нитриты, хроматы и др.).

Стоит кратко затронуть тему электролитической диссоциации. Известно, что, если в электролите присутствует два различных по

ДИФфуЗИЯ АГРЕССИВНЫХ ХЛОРИД-ИОНОВ В БЕТОНЕ И ФИЗИКА КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ

материалу электрода и они замкнуты в цепь, то появится ток. Однако такое может произойти и на одном виде металла в участке соприкосновения вследствие неоднородности и различных потенциалов у легированных сталей. Зная это важно учитывать выбор окислителя. Например, кислород может тормозить коррозию за счет образования и поддержания оксидных пленок, а может являться деполяризатором в том случае, если концентрация будет недостаточной, ведь уменьшая площадь работы коррозии, повышается глубина проникновения.

Бетон представляет собой композитный материал с капиллярно-пористой структурой. Именно капиллярные поры и микротрещины являются слабой точкой для хлорид-ионов. У бетона есть переходная зона между цементным камнем и заполнителем, в этот момент пористость будет максимальной из-за чего хлориды могут легко проникнуть.

Важнейшим параметром, влияющим на структуру бетона, является водоцементное отношение. При его увеличении возрастает объем пор, что приводит к повышению проницаемости и увеличению эффективного коэффициента диффузии. Напротив, низкое водоцементное отношение способствует формированию более плотной структуры с ограниченной связностью порового пространства. Кроме того, существенное влияние оказывают добавки, такие как микрокремнезем, зола-унос и шлак. Их использование способствует уплотнению структуры за счет пуццолановых реакций и уменьшения размера пор, что снижает скорость проникновения агрессивных ионов. В реальных условиях поры бетона заполнены как водой, так и воздухом, и от степени насыщения водой будет зависеть механизм переноса: при высокой влажности – диффузия в жидкой фазе, тогда как при пониженной влажности растет капиллярное всасывание.

Диффузия является основным механизмом переноса хлорид-ионов в насыщенном бетоне и определяется градиентом концентрации между внешней средой и внутренними слоями материала. В общем случае процесс описывается законами Фика, которые позволяют количественно оценить скорость и глубину проникновения ионов.

Второй закон Фика описывает изменение концентрации во времени и позволяет моделировать нестационарные процессы массопереноса. Из-за этого в бетоне профиль хлоридов по глубине постоянно эволюционирует: сначала проникновение быстрое, затем постепенно замедляется.

В инженерной практике для оценки распределения хлоридов по глубине бетона часто используется решение второго закона для полуограниченной среды. Такой подход широко применяется при прогнозировании срока службы железобетонных конструкций.

Однако бетон – «стареющая» среда. По мере эксплуатации продолжается гидратация цемента, уменьшается пористость, изменяется связность пор, а часть хлоридов связывается химически. Все это приводит к тому, что эффективный коэффициент диффузии D уменьшается со временем. Поэтому использование постоянного D дает завышенные оценки глубины проникновения.

Чтобы учесть это, применяют нестационарные модели с переменным коэффициентом диффузии. Наиболее распространенный подход – введение временной зависимости в виде степенного закона (распределение Парето):

$$D(t) = D_0 \left(\frac{t_0}{t} \right)^m, \quad (1)$$

где $D(t)$ – коэффициент диффузии в момент времени t ,

D_0 – коэффициент диффузии в начальный (опорный) момент времени t_0 (обычно 28 суток),

t – возраст конструкции,

m – показатель старения (эмпирический параметр, обычно 0,2-0,6 для бетона).

Отсюда следует, что на ранних стадиях бетон более подвержен взаимодействию, поры имеют множественные каналы, и ионы проникают сравнительно легко. Со временем продукты гидратации частично заполняют поровое пространство, диффузионные пути становятся более извилистыми, и транспорт замедляется.

Но перенос идет не только за счет свободной диффузии. Часть хлоридов связывается цементным камнем (например, с алюминатами), и это снижает концентрацию свободных ионов, участвующих в переносе.

Если подставить переменный коэффициент $D(t)$ во второй закон Фика, получается уравнение с переменными коэффициентами, которое в общем случае не имеет простого аналитического решения. Поэтому используют либо приближенные аналитические решения, либо численные методы. В инженерной практике для полуограниченной среды используется модифицированное решение, в котором временная зависимость встроена в эффективный коэффициент.

Применимость рассмотренных диффузионных моделей распространяется и на процессы сульфатной коррозии бетона. В этом случае такие модели позволяют описывать перенос сульфат-ионов в поровой структуре цементного камня, оценивать распределение концентрации по глубине и прогнозировать скорость проникновения агрессивной среды во времени. Аналогично хлоридному воздействию, ключевую роль играют пористость материала, степень насыщения влагой и возраст бетона, определяющие эффективный коэффициент диффузии.

Однако, в отличие от хлоридной коррозии, при сульфатном воздействии процессы переноса неразрывно связаны с интенсивными химическими реакциями между сульфат-ионами и компонентами цементного камня. В первую очередь взаимодействию подвергаются гидроалюминаты кальция и гидроксид кальция, в результате чего образуются вторичные продукты – этtringит и гипс. Формирование этих соединений сопровождается увеличением объема твердой фазы, что приводит к возникновению внутренних напряжений в структуре бетона.

Развитие указанных процессов вызывает постепенное разуплотнение цементного камня, образование микротрещин и увеличение связности порового пространства. На начальных стадиях возможно частичное снижение проницаемости за счет заполнения пор продуктами реакции, однако по мере накопления повреждений преобладает эффект растрескивания, приводящий к резкому росту коэффициента диффузии и ускорению проникновения агрессивных ионов. Таким образом, транспорт сульфатов приобретает ярко выраженный нелинейный характер и сопровождается обратной связью между переносом вещества и деградацией структуры материала.

В связи с этим использование классических диффузионных моделей в чистом виде оказывается недостаточным для адекватного описания сульфатной коррозии. Такие модели должны быть дополнены элементами, учитывающими кинетику химических реакций, связывание ионов, а также эволюцию пористой структуры и трещинообразование. На практике это приводит к переходу к реакционно-диффузионным моделям, в которых коэффициент диффузии рассматривается как функция не только времени, но и степени повреждения материала.

Можно сказать, что диффузия – процесс, тесно связанный с постепенной эволюцией самой структуры материала. Поэтому ис-

пользование моделей на основе закона Фика с переменным коэффициентом диффузии $D(t)$, изменяющимся по степенному закону, позволяет гораздо точнее описывать реальное поведение системы. Она отражает истинную сущность происходящих процессов и делает возможным более надежный прогноз накопления хлоридов и момента начала коррозии арматуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, С.Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. / С.Н. Алексеев – Москва : Стройиздат, 1968. – №2 – 231 с.
2. Федоров П.А. Сравнительный анализ методов определения эффективного коэффициента диффузии CO_2 в мелкозернистом бетоне разной плотности // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 1. С. 63–70.
3. Брыков А.С. Карбонизация и хлоридная коррозия портландцементных бетонов : учебное пособие [для вузов] / Брыков А.С. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2016. – 33с.
4. Смоляго Г.А., Крючков А.А., Дрокин С.В., Дронов А.В. Исследование аспектов хлоридной коррозии железобетонных конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 22-24.
5. Степенной закон : [сайт] / РУВИКИ. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD (дата обращения 25.03.2026)

Ликаренко Матвей Сергеевич – студент строительно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», тел.: +7(962)8086498, e-mail: work-uniq@ya.ru

Вольф Анна Владимировна – к.т.н., доцент кафедры ТумС ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», тел.: +7(3852)29-09-78, e-mail: VolfAV@altgtu.ru

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВАЙНОГО ПОЛЯ И ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Б. М. Черепанов, Е. С. Колесникова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье рассматривается расчёт деформаций свайного фундамента 25-этажного жилого здания, возводимого в сложных инженерно-геологических условиях г. Новосибирска. Выполнен анализ перехода от нормативного расчёта к численному моделированию в программном комплексе ЛИРА-САПР 2024 с применением модуля «ГРУНТ». Подробно рассмотрены принципы формирования трёхмерной модели основания, особенности моделирования взаимодействия системы «свая — ростверк — грунт» и итерационный характер расчёта. Представлены результаты определения осадок и анализ результатов.

Ключевые слова: свайные фундаменты, осадки оснований, ЛИРА-САПР, модуль «ГРУНТ», численное моделирование, слабые грунты, статическое зондирование, высотное строительство.

Современное проектирование фундаментов высотных зданий характеризуется переходом от обобщенных упрощенных расчётных схем к более детализированным моделям, способным учитывать реальное поведение грунтового основания. Это обусловлено как ростом этажности зданий, более сложными конструктивными формами, увеличением точности численной модели здания к реальному объекту строительства.

В классической инженерной практике расчёт свайных фундаментов выполняется по нормативным методикам, основанным на определении несущей способности и оценке осадок с помощью формул. Однако такие методы, несмотря на их надёжность, не всегда позволяют учесть пространственную работу основания, особенно в условиях неоднородных грунтов, при этом временные затраты у проектировщика в разы больше, чем при расчёте в программных комплексах.

Целью настоящей работы является анализ расчёта свайного фундамента высотного здания с переходом от ручного расчёта к моделированию основания и фундаментной конструкции в ЛИРА-САПР 2024, а также исследование возможностей модуля «ГРУНТ» для повышения точности расчёта осадок.

Объектом исследования является 25-этажное жилое здание с монолитным железобетонным каркасом, включающим пилоны, стены и диафрагмы жёсткости. Здание имеет три подземных этажа — автостоянка и технический этаж.

Площадка строительства расположена в Центральном районе г. Новосибирска. Несмотря на относительно ровный рельеф, геологическое строение участка отличается значительной сложностью.

Грунтовый разрез включает 8 вскрытых инженерно-геологических элементов (ИГЭ). Верхние слои представлены насыпными грунтами и водонасыщенными супесями и суглинками, обладающими низкой несущей способностью и высокой деформируемостью. Ниже залегают суглинки, среди которых выделяется слой ИГЭ-6, обладающий более благоприятными характеристиками. Подземные воды вскрыты на глубине порядка 7–9 м.

Проектирование свайного фундамента выполняется в соответствии с СП 24.13330.2021. На первом этапе определяется выбор несущего слоя и глубина заложения свай.

В рассматриваемом случае принято решение заглубить сваи в слой ИГЭ-6. Длина свай составляет 18 м, что обеспечивает прохождение слабых слоёв и надёжную работу основания. За отметку низа ростверка прием конструктивно -9,300 м.

Для определения несущей способности использовались результаты статического зондирования. Этот метод позволяет получить непрерывное распределение сопротивления грунта по глубине, что существенно повышает точность расчёта.

По результатам испытания методом статического зондирования несущая способность сваи составила $F_d = 909$ кН. При коэффициенте надёжности по грунту $\gamma_k = 1,25$ [2], применяемом при полевых испытаниях, сила расчётного сопротивления сваи составила $F_{Rs} = 727$ кН [2].

Окончательно принято следующее распределение свай по сечениям (рисунок 1):

- сечение 1 — 48 свай;
- сечение 2 — 20 свай;

- сечение 3 — 70 свай;
- сечение 4 — 108 свай;
- сечение 5 — 9 свай;
- сечение 6 — 25 свай.

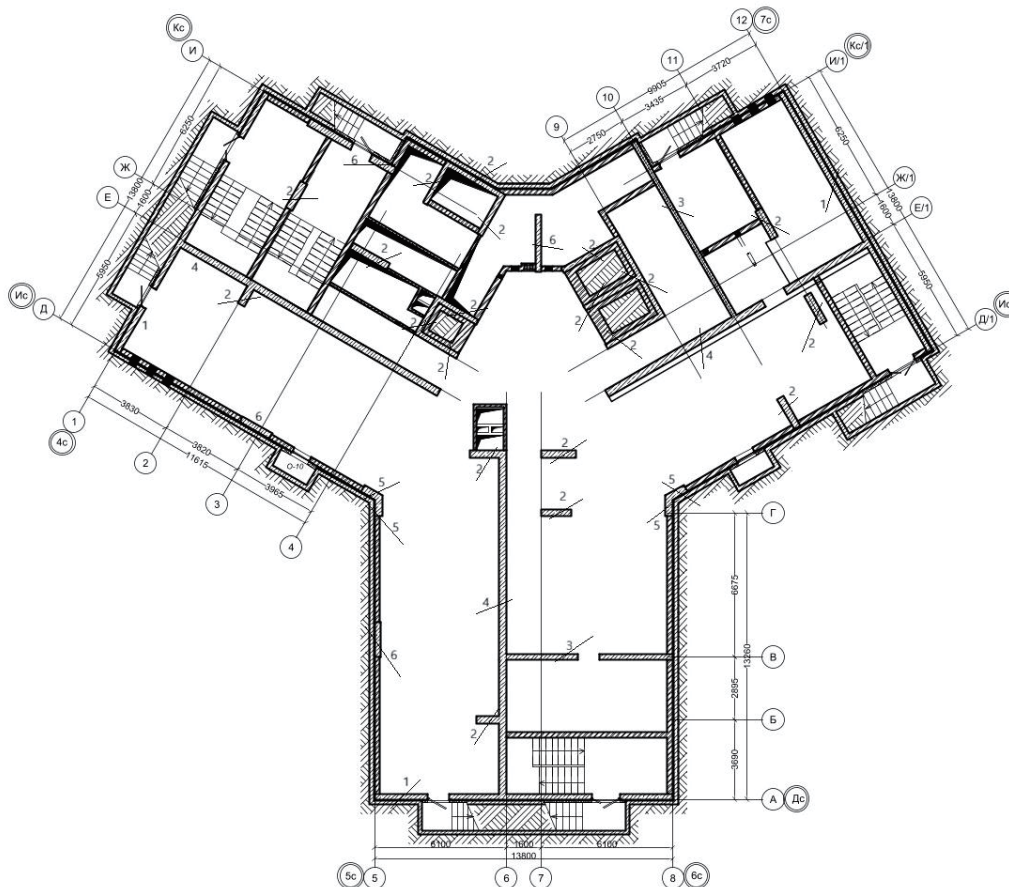


Рисунок 1 – Принятые сечения

При конструировании ростверка соблюдены условия: шаг свай в плане $3d = 0,9$ м, минимальное расстояние от оси крайней сваи до грани ростверка $d = 0,3$ м. Поскольку кусты ряда сечений перекрываются в плане, проектное решение предусматривает объединение отдельных ростверков в единую монолитную плиту (рисунок 2).

Класс бетона по прочности на сжатие предварительно назначим — В30; заделка свай в плиту ростверка — 700 мм (жёсткое сопряжение).

Далее для более детального анализа была построена пространственная модель в ЛИРА-САПР 2024. Ростверк моделируется пластинчатыми конечными элементами, обеспечивающими передачу усилий в двух направлениях. Сваи представлены одноузловыми конечными элементами, работающими на сжатие и изгиб.

Однако ключевым аспектом моделирования является описание основания, которое в данной работе моделируется с использованием специализированного модуля.

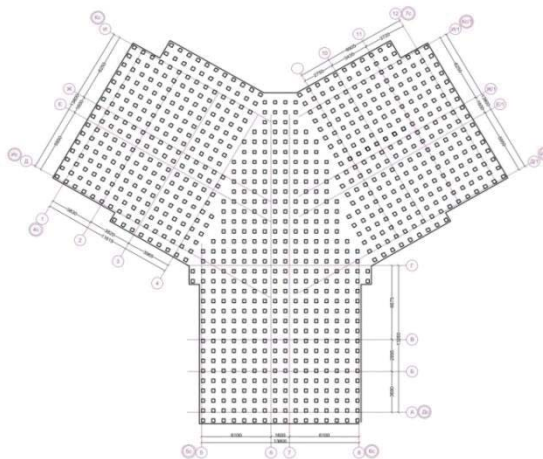


Рисунок 2 – Свайное поле

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВАЙНОГО ПОЛЯ И ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Модуль «ГРУНТ» представляет собой интегрированную подсистему, предназначенную для моделирования работы грунтового основания в составе общей расчётной схемы здания. Его основное отличие от классических методов заключается в переходе от заданных коэффициентов к их вычислению на основе реальных характеристик грунта.

На первом этапе производится ввод инженерно-геологических данных:

- физико-механические характеристики;
- данные скважин;
- уровень грунтовых вод и тд.

На основе этих данных формируется трёхмерная модель грунтового массива (рисунок 3). Каждый слой описывается отдельным набором параметров, что позволяет учитывать неоднородность основания. Пространственная дискретизация осуществляется с использованием конечных элементов, что позволяет учитывать распределение напряжений не только по глубине, но и в плане.

Модуль «ГРУНТ» обеспечивает детализированное моделирование взаимодействия свай с грунтовым массивом (рисунок 4).

Передача нагрузки осуществляется:

- через боковую поверхность сваи (трение);
- через её нижний конец.

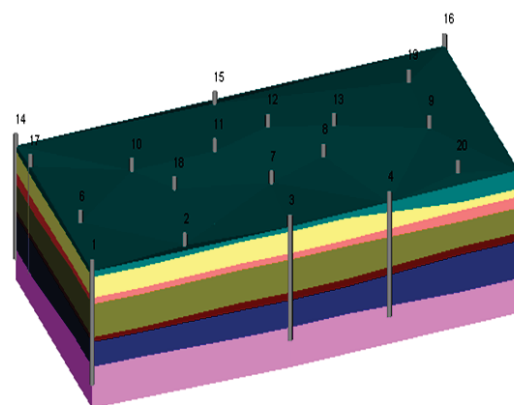


Рисунок 3 – Трёхмерная модель грунта

Жёсткости этих связей определяются автоматически на основе характеристик грунта. При этом учитывается нелинейность работы основания, особенно в водонасыщенных и слабых грунтах.

Дополнительно реализован учёт взаимного влияния свай. При их плотном расположении зоны напряжений перекрываются, что изменяет общую жёсткость системы. В таких случаях используется модель условного фундамента, позволяющая учитывать совместную работу свайного поля.

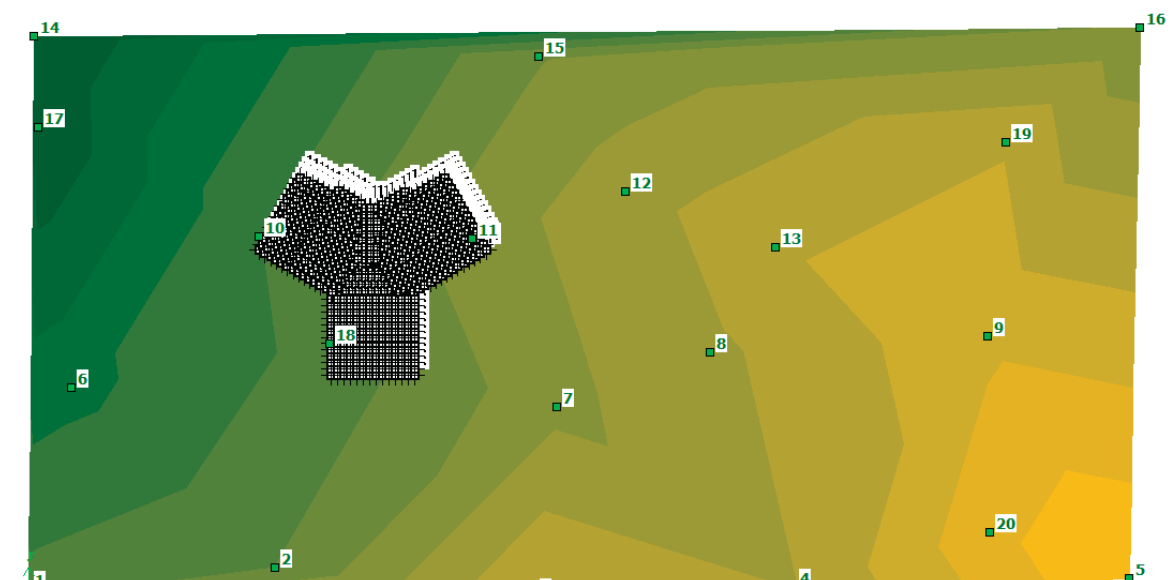


Рисунок 4 – Свайное поле с привязкой по высоте на местности

Расчёт в модуле «ГРУНТ» носит итерационный характер.

На первом этапе выполняется предварительное определение параметров. Затем, на основе полученных результатов, уточняются коэффициенты жёсткости и расчёт повторя-

ется. В ЛИРА-САПР 2024 расчёт выполняется путём решения системы уравнений равновесия, которое вычисляется через матрицы жесткостей, векторов перемещения и нагрузок.

Такой подход позволяет учесть изменение напряжённого состояния грунта, уточнить распределение нагрузок и соответственно повысить достоверность результатов.

СП 24.13330.2021 (п. 9.4–9.7) регламентирует для свайных полей ($n > 25$) применение модели условного фундамента на естественном основании. СП 45.13330.2017 определяет требования к оценке влияния соседних со-

оружений на расчётную осадку здания. Поэтому в данной работе расчёт осадок выполняется методом послойного суммирования. При этом учитываются только напряжения, передаваемые через сваи.

Контактное давление под ростверком не учитывается, работа ростверка идет в запас прочности.

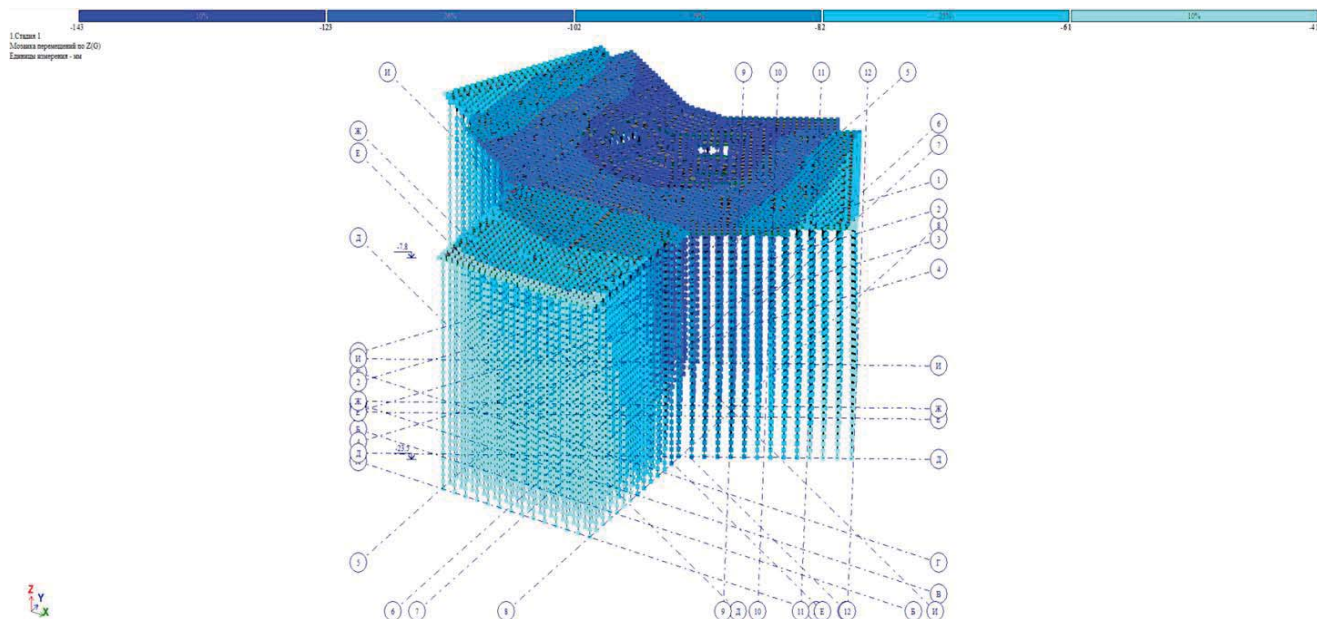


Рисунок 5 – Схема осадок и деформируемого состояния свайного фундамента

В результате расчёта получены значения осадок и распределения напряжений (рисунок 5). Максимальная осадка составила около 143 мм, при этом она не превышает 15 см. Эти значения находятся в пределах допустимых норм [1].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что применение специализированных программных комплексов существенно оптимизирует процесс инженерных расчётов конструкций, позволяя визуализировать особо нагруженные сечения в виде мозаичного представления. Данный метод способствует интегрированному решению проектных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. – М.: Стандартинформ, 2016. – 219 с.
2. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. – М.: Российский институт стандартизации, 2022. – 82 с..

3. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты :актуализир. ред. СНиП 3.02.01-87 : дата введения 2013-01-01. – Москва :Минрегион России, 2012. – 145 с.

4. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения :актуализир. ред. СНиП 52-01-2003 : дата введения 2019-06-20. – Москва : Минстрой России, 2018. – 126 с.

Черепанов Борис Михайлович – к.т.н, доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: CherepanovBM@altgtu.ru.

Колесникова Екатерина Сергеевна – студент гр. СУЗ-01 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: stkateriin@gmail.com;

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ НА ПОЛУЧЕНИЕ СТЕАРАТОВ САХАРОЗЫ

С. А. Супоня, А. А. Батвинова, А. В. Протопопов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Исследовано влияние соотношения компонентов и катализаторов на свойства сложных эфиров сахарозы со стеариновой кислотой. Данное исследование позволит использовать эфиры сахарозы в качестве безопасной и биоразлагаемой основы для ПАВ, заменяя синтетические основы для ПАВ. Это будет способствовать сокращению использования нефтепродуктов и снизить негативное влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: ПАВ, сахароза со стеариновой кислотой, сахароза, модификация сахарозы, сложные эфиры жирных кислот.

Поверхностно-активные вещества представляют собой универсальную группу органических соединений с широким спектром применения в различных отраслях промышленности. Самыми распространенными в промышленности являются синтетические ПАВ из-за своей эффективности и широкой доступности. Но в настоящее время происходит ужесточение требований безопасности и экологичности, что заставляет отказаться от традиционных нефтяных ПАВ. В связи с этим приоритетным направлением развития является получение биоразлагаемых ПАВ на основе возобновляемого растительного сырья. Особый интерес представляют вещества, получаемые из углеводов (в частности сахаров) и жирных кислот.

Углеводы, составляющие 95 % мировой биомассы, стали основой для производства поверхностно-активных веществ на основе сахара. Эти вещества становятся всё более популярными благодаря высокой производительности и малой токсич-

ности. Основные представители ПАВ на основе сахара - эфиры сорбитана, эфиры сахарозы, алкилполигликозиды и глюками-ды жирных кислот.

Среди сложных эфиров сахаров, производимых по всему миру, моноэфиры на основе сахара, такие как глюкоза и сахароза, являются наиболее изученными и коммерчески востребованными. В большинстве случаев эти соединения являются отличными эмульгаторами, диспергирующими и пенообразующими агентами, обладают очень хорошими солюбилизующими, смачивающими и моющими свойствами и производятся из недорогих и возобновляемых продуктов.

Были проведены исследования по получению эфиров сахарозы со стеариновой кислотой. Синтезы проводились в водной среде, в соотношении компонентов сахароза к стеариновой кислоте как 1:0,5 и 1:1 и различном соотношении объема катализатора в течении 3 часов.

Таблица 1 – Степень замещения в продуктах реакции

Номер синтеза	ССК1	ССК2	ССК3	ССК4	ССК5	ССК6
Соотношение сахарозы и стеариновой кислоты	1:0,25	1:0,5	1:0,25	1:0,5	1:0,25	1:0,5
Объем H_2O_2 , мл	1,5	1,5	2	2	5	5
Степень замещения	1,46546	1,43851	1,9157	1,32221	1,12643	1,90224

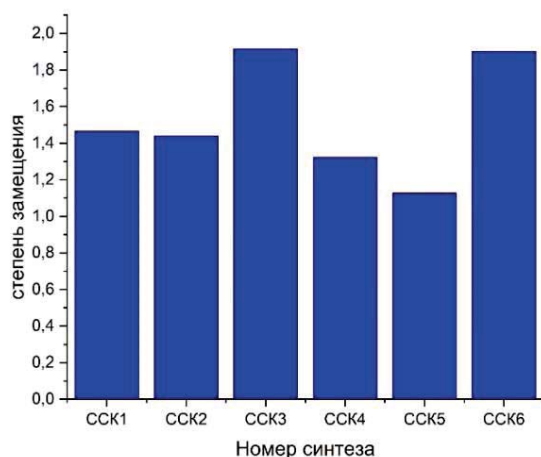
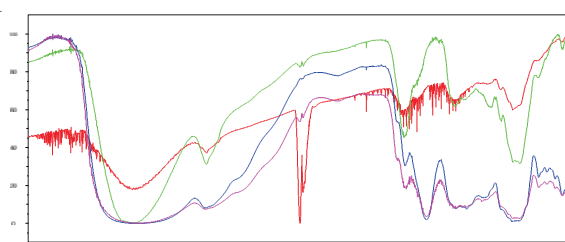


Рисунок 1 – Степень замещения в полученных продуктах

По полученному графику и таблице, можно отметить, что при соотношении реагентов 1:0,25 максимальная степень замещения соответствует объему катализатора в 2 мл, а при дальнейшем его увеличении, она падает, что может говорить о деструкции продукта. При соотношении 1:0,5, наоборот наибольшее значение степени замещения при 5 мл H_2O_2 . При 1,5 и 2 мл катализатора достигается большая степень замещения при меньшем количестве стеариновой кислоты, а при 5 мл наблюдается обратная зависимость.



ССК1 – красный; ССК2 – зеленый; ССК3 – синий; ССК4 – фиолетовый

Рисунок 2 – ИК-спектр продуктов взаимодействия сахарозы:

Исследование образцов методом ИК-спектроскопии (рисунок 2) показало образование сложноэфирных связей, об этом свидетельствуют пики в области 1725 см^{-1} , 1070 см^{-1} и 1020 см^{-1} . Так же можно отметить, что образцы ССК3 и ССК4 хорошо сорбируют влагу, на это указывает широкая интенсивная полоса в области $3200\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ с максимумом около 3350 см^{-1} .

Степень замещения в полученных продуктах имеет нелинейный характер как влияния объема катализатора, так и мольного соотношения реагентов, что может свидетельствовать о возможных побочных процессах.

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ НА ПОЛУЧЕНИЕ
СТЕАРАТОВ САХАРОЗЫ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К.Р. Ланге; под науч. Ред. Л.П. Зайченко. – Спб.: Профессия, 2007. – 240 стр., ил.
2. Жирсахара [Текст] : (Получение, свойства, применение) / Ф. А. Жогло. – Москва : Медицина, 1975. – 112 с. : черт.: 20 см.

Супоня Софья Александровна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: 2347838@bk.ru;

Батвинова Анна Алексеевна – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: anna.batvin@gmail.com;

Протопопов Андрей Валентинович – к.х.н., доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: a_protopopov@mail.ru.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ТРУДА, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ В ПЕРИОД СВО

Ю. А. Пеньковская, В. В. Яценко, А. А. Табашникова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В данной работе рассматривается трансформация подходов к мотивации персонала в условиях острого дефицита квалифицированных кадров, сложившегося в Российской Федерации с начала проведения СВО. Представлена разработанная модель мотивации, ориентированная не на поиск внешних кандидатов, а на удержание и повышение отдачи от текущего персонала.

Ключевые слова: Дефицит квалифицированных кадров, рынок труда, СВО, мотивация труда, повышение производительности, удержание персонала, зарплатная гонка, гибридная система оплаты труда, нематериальная мотивация, выгорание сотрудников, управление человеческими ресурсами.

С началом СВО в 2022 году российский рынок труда пережил переломный момент, давший старт изменениям, сопоставимым по масштабам с экономическими кризисами прошлых лет. Массовая мобилизация, отток специалистов за рубеж и перестройка логистических и производственных цепочек привели к беспрецедентному дефициту квалифицированных кадров.

Алтайский край демонстрирует как общероссийские тренды, так и уникальную региональную специфику. По данным hh.ru, в регионе сохраняется дефицит специалистов по десяти ключевым профессиям, включая врачей (0,9 резюме на вакансию), дворников (1,3 резюме), электромонтажников (2 резюме), главных врачей, монтажников, инженеров ПНР, фармацевтов-провизоров, поваров и кондитеров, зоотехников и медицинских сестер. Особенно остро проблема стоит в агропромышленном комплексе — ключевой отрасли региона. По словам губернатора Виктора Томенко, на начало 2026 года в АПК занято более 38 тысяч человек, что закрывает потребности лишь на 93% — региону не хватает около 3 тысяч специалистов. При этом вузы и техникумы ежегодно выпускают около 2 тысяч аграриев, но многие не готовы ехать в село. С начала СВО наблюдается отток

квалифицированных кадров из сельского хозяйства: армии нужны механизаторы и шоферы. Кроме того, конкуренцию селу составляют предприятия оборонно-промышленного комплекса, где заработки существенно выше и предусмотрена бронь от мобилизации.

В этих условиях традиционные методы найма и удержания персонала перестали работать.

1. Трансформация рынка труда с начала СВО: от рынка работодателя к рынку соискателя

С февраля 2022 года структура занятости в России подверглась глубокой трансформации. Можно выделить несколько ключевых трендов, сформировавших новые условия для бизнеса:

1. Частичная мобилизация и отъезд специалистов за рубеж вывели из рынка труда сотни тысяч человек преимущественно трудоспособного возраста. Наибольший дефицит образовался в рабочих специальностях, IT-секторе, инженерном составе и логистике.

2. Из-за борьбы за оставшихся специалистов работодатели были вынуждены взвинтить зарплаты. При этом рост конкуренции за трудовые ресурсы стал основным, но малоэффективным в долгосрочной перспективе инструментом переманивания кадров.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ТРУДА, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ В ПЕРИОД СВО

3. Компании стали чаще нанимать специалистов без опыта (научаемым), массово переобучать собственный персонал смежным профессиям, так как найти готового высококвалифицированного специалиста на рынке практически невозможно.

4. Массовые переезды компаний и сотрудников усилили спрос на гибридные и полностью удалённые форматы работы. Работодатели научились нанимать людей из регионов с более низким уровнем зарплат, частично компенсируя дефицит в столицах.

5. В условиях, когда станок или оборудование простаивают без квалифицированного оператора, ценность конкретного сотрудника выросла многократно. Сохранение сотрудников стало важнее набора новых кадров.

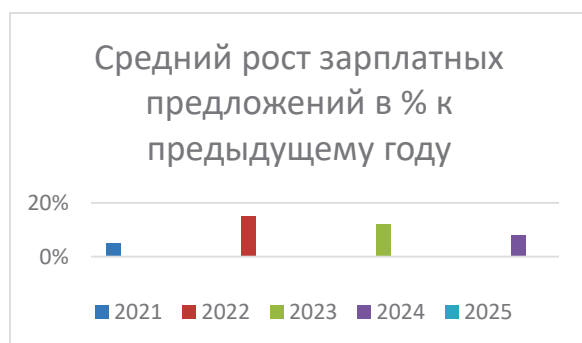
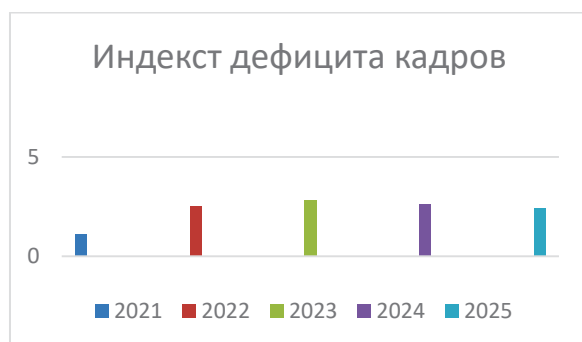


Диаграмма наглядно показывает, что с 2022 года дефицит кадров ушел в "красную зону" и не снижается до прежних значений. При этом рост зарплат, хотя и замедлился, перестал быть панацеей: платить больше просто за наличие сотрудника становится экономически невыгодно, если не растет его производительность.

2. Новая реальность: почему старые методы мотивации не работают

При повсеместном дефиците персонала работник оказывается в положении, когда он диктует условия. Деньги перестают быть единственным мотиватором, так как аналогичную или чуть меньшую зарплату он может

получить у конкурента. В Алтайском крае эта проблема усугубляется традиционно низким уровнем оплаты труда. По данным за январь 2026 года, здесь зафиксирована самая низкая зарплата среди регионов Сибирского федерального округа — 65,3 тысячи рублей. Однако рост в 18% по итогам 2025 года свидетельствует о том, что регион достиг роста конкуренции на трудовые ресурсы. Парадокс в том, что даже при таких темпах роста (в обрабатывающей промышленности зарплаты выросли на 23% в 2024 году, достигнув 63 тыс. рублей) предприятия ОПК испытывают дефицит в 2,4 тысячи специалистов, а к 2029 году ожидается снижение численности трудоспособной молодежи на 20 тысяч человек.

Ключевой риск: Выгорание оставшихся сотрудников. Оставшиеся на местах сотрудники выполняют обязанности за себя и за отсутствующих коллег, что приводит к перегрузкам.

Ключевая потребность: Стабильность и безопасность. В условиях нестабильности работники предпочитают стабильные выплаты и социальную защиту рискованным, пусть и высоким, бонусам.

Для повышения производительности в текущих условиях система мотивации должна сместить фокус с "поиска и перекупа" на "удержание и развитие". Методологическую основу исследования составили анализ статистических данных, сравнительный анализ публикаций рынка труда, изучение мер кадровой политики, а также обобщение практик мотивации персонала. Авторами предлагается комплекс мер, направленных на удержание и развитие персонала.

Гибридная система оплаты: Внедрение моделей, где базовая ставка покрывает базовые потребности сотрудника и дает чувство защищенности (рекомендуется увеличить долю оклада до 70-80%). Переменная часть (20-30%) привязана не к "плановым показателям мирного времени", а к решению конкретных операционных задач (например, премия за замещение отсутствующего коллеги, за обучение новичка, за сверхурочную работу при аврале). Высокий оклад снижает фоновый стресс и тревогу работника, а премия стимулирует концентрацию на самых важных задачах.

Надбавки за мультискиллинг (владение смежными профессиями): Самый эффективный инструмент закрытия кадровых дыр. Многофункциональный сотрудник (например, оператор нескольких станков или одновременно логист и менеджер) получает стабиль-

ную надбавку, а компания — большую гибкость в управлении ресурсами.

Программы "Приведи друга" с усиленным бонусом: В условиях дефицита рекомендации работают лучше HR-агентств. Премия за успешное прохождение испытательного срока должна быть значимой. Это ускоряет адаптацию новых работников за счет дружеских связей.

Социальный пакет как щит: ДМС (включая стоматологию), страхование жизни, льготные обеды, компенсация фитнеса — все то, что сотрудник потеряет, уволившись. При росте цен на услуги такой бонус становится весомым аргументом в пользу сохранения сотрудника.

Поддержка семей сотрудников: Вовлеченность в проблемы семьи (путевки в лагеря для детей, новогодние подарки, помощь в трудной ситуации) создает мощнейшую эмоциональную связь с компанией. Когда семейные проблемы решены, сотрудник максимально сфокусирован на рабочих задачах.

Программы по поддержанию здоровья и благополучия сотрудников: Обязательные программы профилактики выгорания, дополнительные дни отдыха, психологическая поддержка. Поможет предотвратить выгорание и физическую усталость работника.

Гибкость и доверие: Возможность подстроить график под личные обстоятельства (раньше уйти к врачу, поработать из дома). При дефиците времени такие нематериальные меры ценятся выше денежных выплат.

Прозрачность и уважение: Сотрудники должны понимать, как дела у компании. Откровенные антикризисные собрания руководства, где обсуждаются проблемы и планы, снижают тревожность и укрепляют командный дух. Способствует понимание целей компании и выводит сотрудника на результат в периоды кризиса.

Быстрая карьера ("карьерный лифт"): Из-за нехватки руководителей среднего звена, дорога вверх для амбициозного сотрудника открывается быстрее. Наставничество и формирование внутреннего кадрового резерва являются долгосрочным мотиватором.

Это мотивирует сотрудника к саморазвитию и высоким результатам и ради быстрого продвижения по карьерной, а также удерживает амбициозных и продуктивных кадров.

В Алтайском крае реализуется комплекс государственных мер, направленных на смягчение кадрового дефицита:

Субсидирование найма: Отделение СФР по Алтайскому краю компенсирует работодателям затраты на трудоустройство новых со-

трудников — размер компенсации составляет от 100 до 405 тысяч рублей на одного трудоустроенного.

Поддержка участников СВО и их семей: В регионе формируется реестр работодателей, готовых активно нанимать демобилизованных бойцов. За отказ принять установленное квотой количество ветеранов предусмотрены административные штрафы: на должностных лиц — от 20 до 30 тыс. рублей, на юридических лиц — от 50 до 100 тыс. рублей.

Программа "Профессионалитет": С 2022 года в регионе открыты четыре образовательно-производственных кластера, которые готовят кадры под конкретные запросы работодателей.

Ранняя профориентация: Алтайские промышленники начинают подготовку кадров с детского сада и школы, проводя экскурсии на предприятия, создавая специализированные классы и привлекая молодых амбассадоров для формирования положительного имиджа рабочих профессий.

Трехстороннее соглашение: Правительство края, профсоюзы и объединения работодателей ежегодно подписывают соглашения, фиксирующие региональный МРОТ (выше федерального), темпы роста зарплат на 10-25% и дополнительные меры поддержки.

Для того чтобы; данная система действительно работала на благо критически важно правильно ее внедрить:

1. Провести опрос и выяснить, что на самом деле мотивирует сотрудников (деньги, карьера, атмосфера).

2. Тестировать новую систему на одном отделе, чтобы выявить недочеты.

3. Руководство должно лично объяснить цели изменений и выгоды для персонала. Недопонимание рождает саботаж.

4. Регулярно собирать отклики и корректировать механизмы.

Критерием эффективности разработанной системы станет не только рост выручки или снижение себестоимости, но и снижение текучести кадров, а также улучшение психологического климата в коллективе.

В заключение хотелось бы сказать, что опыт Алтайского края наглядно демонстрирует, что даже в регионе с традиционно невысокими зарплатами и острым кадровым дефицитом возможен устойчивый рост производительности. Ключевой фактор успеха — не просто повышение оплаты труда, а комплексный подход, включающий социальную поддержку, раннюю профориентацию, переобучение и удержание персонала. Только система, в которой сотрудник четко понимает

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ТРУДА, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА ПОВЫШЕНИЕ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ
В ПЕРИОД СВО

цель, видит справедливую оценку своего труда и разделяет ценности компании, способна обеспечить устойчивый рост производительности в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РИА Новости / Работа.ру / СберПодбор. Названы сферы с самыми высокими зарплатами в России. — Москва, 2025. — URL: <https://news.mail.ru/society/68157949/> (дата обращения 11.07.2026)

2. Немецко-российская торгово-промышленная палата (ВТП). «Зарплатная гонка» в России окончена? — 2025. — URL: <https://analyse.kammer-russland.ru/tpost/35ks0b1om1-zarplatnaya-gonka-v-rossii-okonchena> (дата обращения 11.07.2026)

3. НГС.ру (интервью с Аленой Табанайнен, HR-бизнес-партнером «Зарплаты.ру»). Компании научились выживать при кадровом голоде — новая реальность рынка труда. — 2025. — URL: <https://ngs.ru/text/job/2025/07/23/75721715/> (дата обращения 11.07.2026)

Пеньковская Юлия Андреевна — студент группы ГМУ-51 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: penkovskaia-julia277@yandex.ru,

Яценко Валерия Владимировна — студент группы ГМУ-51 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: lerocka389@icloud.com

Табашникова Анастасия Анатольевна — кандидат экономических наук, доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: kis_dn@mail.ru

БИЗНЕС-КЛИМАТ И АДАПТАЦИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА К НАЛОГОВОЙ РЕФОРМЕ В РЕГИОНАХ СИБИРИ

Я. А. Спруга, И. В. Маратканова

Финансовый университет при Правительстве РФ, Алтайский филиал,
г. Барнаул

В условиях структурной трансформации экономики и ужесточения фискального регулирования 2026 года сектор малого и среднего предпринимательства (МСП) сталкивается с системными вызовами. В статье на основе эмпирических данных, собранных в феврале–марте 2026 года, проведён глубокий комплексный анализ адаптационного потенциала субъектов МСП Сибирского федерального округа (СФО). Методология опирается на оценку управленческой отчётности, моделирование кассовых разрывов и анализ поведенческих реакций руководителей. Выявлено критическое снижение финансовой устойчивости, обусловленное сжатием реальных доходов населения, ростом налоговой нагрузки и рационализацией потребительского поведения. Продемонстрировано смещение стратегических приоритетов с экстенсивного масштабирования на управление операционной ликвидностью, внедрение бережливых технологий и цифровую алгоритмизацию процессов. Особое внимание уделено отраслевой дифференциации стресс-факторов и рискам сознательной консервации выручки во избежание перехода на общую систему налогообложения. Сформулированы прогностические модели развития сектора, результаты формируют научно-методическую базу для калибровки региональной политики, разработки прикладных антикризисных практик и перехода бизнеса к риск-ориентированному управлению в условиях повышенной волатильности рынков, обеспечивая практическую ценность для собственников и регуляторов. Работа представляет значимый вклад в развитие теории адаптационного менеджмента.

Ключевые слова: малое и среднее предпринимательство, Сибирский федеральный округ, бизнес-климат, региональная экономика, адаптационные стратегии, налоговая реформа, финансовая устойчивость, потребительский спрос.

Ключевыми детерминантами стратегического планирования субъектов МСП в начале 2026 г. стали: налоговая реформа, законодательные изменения и сокращение льгот на страховые взносы. Период экстенсивного роста, вызванный замещением импорта в условиях 2022–2024 гг., завершился. Снижение реальных доходов населения и потребительской активности, в совокупности с усиленным финансовым мониторингом со стороны государства, трансформирует среду для малого и среднего предпринимательства.

Стратегии предприятий смещаются с захвата рынка и развития на удержание позиций, что создает системные риски для долгосрочного развития как отдельных хозяйствующих субъектов, так и региональной экономики в целом.

Потребительское поведение претерпевает структурную трансформацию в сторону рационализации: цикл принятия решений удлиняется, доля импульсных покупок падает, а приоритеты смещаются к товарам пер-

вой необходимости и бюджетному сегменту. В регионах Сибирского федерального округа с высокой зависимостью от моноотраслевого производства, снижение платежеспособного спроса ощущается особенно остро.

Несмотря на рекордно низкую безработицу на макроуровне (2,1% в 2025 г.) [1], в регионах наблюдается сокращение вакансий (13%) при росте числа резюме [1]. Это указывает на снижение предпринимательской активности: бизнес в основном закрывает вышедшие позиции, избегая расширения штата. Гонка зарплат замедляется, что ослабляет инфляционное давление, но тормозит рост доходов населения.

Чтобы избежать перехода на ОСНО и сохранить льготные налоговые режимы, предприятия сознательно ограничивают оборот до пороговых значений, отказываясь от масштабирования; в редких случаях уходят в тень. Бизнес, стремящийся к росту, либо перекладывает издержки на потребителей через повышение цен, либо снижает рента-

БИЗНЕС-КЛИМАТ И АДАПТАЦИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА К НАЛОГОВОЙ РЕФОРМЕ В РЕГИОНАХ СИБИРИ

бельность, повышая риски кассовых разрывов. Наиболее опасный сценарий – полная ликвидация субъектов МСП.

В антикризисном управлении акцент смещается с валовой выручки на чистую прибыль, рентабельность и операционную ликвидность. Ключевыми инструментами выживания становятся внедрение систем управленческого учета, ежедневный контроль денежного потока, реинжиниринг бизнес-процессов и внедрение технологий бережливого производства [5]. Наблюдается рост интереса к автоматизации и делегированию процессов на искусственный интеллект для сокращения операционных расходов [3,4]. Зафиксированы кейсы смены сферы деятельности с использованием государственных грантов, однако информированность о доступных мерах остается неравномерной.

В рамках работы проведено эмпирическое исследование состояния МСП в СФО. Данные собирались в феврале–марте 2026 г. методом добровольного онлайн-анкетирования руководителей и собственников МСП. Анкетирование прошли 33 респондента из СФО: 11 из Алтайского края, по 4 из республики Хакасия и Новосибирской области, по 2 респондента из остальных семи регионов СФО. Структура по жизненному циклу: зрелый бизнес – 55%, молодой бизнес – 27%, стартапы – 18%. Отраслевая структура: услуги (40%), торговля/розница (21%), производство (18%), ИТ/цифровые услуги (9%), туризм и сельское хозяйство (6%), другое (6%).

Из-за ограниченного размера выборки результаты трактуются как качественные индикаторы настроений бизнеса по отраслям и дополняют официальную статистику.

Опрос выявил острые финансовые трудности: 42,5% респондентов зафиксировали снижение чистой прибыли, а 18,2% находятся в убытке за последние 6 месяцев, а половина предприятий СФО не способна продержаться более двух месяцев без поступлений выручки. Наибольшее давление на рентабельность оказывают снижение потребительского спроса (49%), налоговая нагрузка и страховые взносы (46%), рост закупочных цен (39%), а также расходы на персонал (33%).

Предприятия СФО уже в конце февраля – начале марта 2026 г. фиксировали рост просроченной дебиторской задолженности. Ключевым фактором стало повышение ставки налога на прибыль в 2025 г. на 5 п.п. (с 20% до 25%), которое в сочетании с механизмом расчета авансовых платежей (в марте 2026 г. – за I квартал по прибыли конца

2025 г.) спровоцировало острое кассовое напряжение. Ситуацию усугубило то, что в конце 2025 г. многие компании распродавали запасы, накопленные при ставке НДС 20%, что сокращало налогооблагаемую базу, но теперь стало основой для крупных авансовых платежей. Совокупное действие этих факторов усиливает давление на финансовое положение сектора МСП.

При этом повышение цен, о котором отметили 58% предприятий, несет риски снижения реальных доходов населения и переориентации потребительского спроса в сегмент дисконтеров. Помимо ценового регулирования, имеется адаптационная тенденция на расширение ассортимента (48%), на оптимизацию поставщиков и логистики (42%), сокращение непрофильных расходов (39%), ничего не меняют 9%, а внедряют автоматизацию – 12%.

Ключевыми внешними факторами давления бизнес отмечает конкуренцию с федеральными сетями и маркетплейсами (42%), нестабильность налогового законодательства (39%) и инфляцию закупочных цен (33%), однако доминирующим ограничением выступает снижение покупательной способности (73%). Сложившаяся динамика формирует негативный циклический эффект: рост цен провоцирует падение спроса и сжатие маржинальности, вынуждая предприятия к дальнейшему повышению цен.

При этом 36% из всей выборки рассматривают или уже реализуют стратегию сознательного ограничения роста, в таком случае консервация роста МСП СФО может привести к долгосрочной стагнации сектора и снижению налоговых поступлений в среднесрочной перспективе. О планах на будущее: 47% планируют развитие, 32% фокусируются на стабильности, но есть и 3% планирующих закрытие – предприниматели настроены оптимистично и готовы принять новую нагрузку на себя, но не у всех это получается.

Сектор услуг. По итогам первого полугодия 2026 г. у большинства предприятий СФО зафиксировано снижение чистой прибыли при росте расходов на персонал и налоги. Больше половины респондентов не располагают финансовым резервом на два и более месяца операционной деятельности, что может предвещать кризис ликвидности. Адаптационные стратегии ограничиваются оптимизацией внутренних процессов без изменения географии присутствия, меры господдержки и кредитные инструменты используются редко. Преобладает стратегия сохранения текущих

позиций: случаи масштабирования единичны, зафиксированы закрытия отдельных проектов.

Торговля и розница. Снижение чистой прибыли у большинства респондентов обусловлено падением потребительского спроса, ростом закупочных цен и давлением налоговых сборов. Наиболее уязвимый показатель ликвидности: у большинства предприятий запас средств не превышает одного месяца. Адаптационные стратегии включают расширение ассортимента, оптимизацию процессов и повышение цен при сохранении штата. Ключевые внешние факторы давления: нестабильность налогового законодательства, снижение покупательной способности, конкуренция с маркетплейсами, а также отмечается влияние расходов на логистику. Сектор демонстрирует относительный оптимизм в долгосрочном планировании.

В секторах общественного питания и розничной торговли наблюдается процесс «жёсткой очистки рынка», закрываются проекты, не имеющие финансовой подушки безопасности и устойчивой маржинальности. Данная динамика соответствует прогнозу «Деловой России» о возможном уходе с рынка до 300 тысяч микропредприятий, это может указывать на «смену экономической модели», а не временный кризис.

Производство. Согласно нашему исследованию, у большинства предприятий СФО запас ликвидных средств едва достигает двух месяцев. Предприниматели испытывают сильное давление от налоговой нагрузки, роста закупочных цен, спада спроса и нарастающих просрочек по дебиторской задолженности это провоцирует кассовые разрывы, а логистика для сектора остается ключевым фактором. МСП активно берут кредиты при высокой ключевой ставке, что повышает риски долговой нагрузки, хотя господдержкой почти не пользуются. Кроме того, возникают трудности с подбором квалифицированных кадров.

Сельское хозяйство и АПК. В западных районах СФО отмечены случаи изъятия и утилизации скота по ветеринарным причинам. Основная проблема – слабая коммуникация между властью и бизнесом, плюс нестабильные регуляции, из-за чего может снизиться предпринимательская активность, а прошлые усилия по стимулированию сектора станут менее эффективными.

Информационные технологии и цифровые услуги. Этот сектор показывает лучшую приспособляемость: предприятия СФО оптимизируют поставки, расширяют услуги, избе-

гают кредитов, активно используют господдержку. Давят конкуренция с крупными федеральными игроками и падение платежеспособности клиентов. Такая картина вписывается в общероссийский тренд, когда IT выделяется на фоне общей стагнации.

Частые правки в законах, ориентированные на короткий срок, ставят бизнес в положение, когда трудно наметить четкие стратегии, – он отказывается от дальних планов и урезает инвестиции.

Резюмируя изложенное, отметим: вызовы для бизнеса крайне серьезны, но предприниматели активно адаптируются, внедряя профессиональные инструменты управления и меры господдержки. Устойчивое развитие макрорегиона требует совместных усилий бизнеса, властей и науки. На наш взгляд, ключ к успеху для сибирских МСП – переход от интуитивного к системному управлению, для властей – гибкая региональная поддержка и своевременное информирование об изменениях, чтобы компании выстояли и сохранили позиции на рынке, а для науки – разработка практических методик анализа рисков и образовательных программ по антикризисному менеджменту, чтобы компании выстояли и сохранили позиции на рынке.

В условиях структурной трансформации экономики и ужесточения фискального регулирования 2026 года сектор малого и среднего предпринимательства (МСП) сталкивается с системными вызовами. В статье на основе эмпирических данных, собранных в феврале–марте 2026 года, проведён глубокий комплексный анализ адаптационного потенциала субъектов МСП Сибирского федерального округа (СФО). Методология опирается на оценку управленческой отчётности, моделирование кассовых разрывов и анализ поведенческих реакций руководителей. Выявлено критическое снижение финансовой устойчивости, обусловленное сжатием реальных доходов населения, ростом налоговой нагрузки и рационализацией потребительского поведения. Продемонстрировано смещение стратегических приоритетов с экстенсивного масштабирования на управление операционной ликвидностью, внедрение бережливых технологий и цифровую алгоритмизацию процессов. Особое внимание уделено отраслевой дифференциации стресс-факторов и рискам сознательной консервации выручки во избежание перехода на общую систему налогообложения. Сформулированы прогностические модели развития сектора, результаты формируют научно-методическую базу для калибровки региональной политики, разра-

БИЗНЕС-КЛИМАТ И АДАПТАЦИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА К НАЛОГОВОЙ РЕФОРМЕ В РЕГИОНАХ СИБИРИ

ботки прикладных антикризисных практик и перехода бизнеса к риск-ориентированному управлению в условиях повышенной волатильности рынков, обеспечивая практическую ценность для собственников и регуляторов. Работа представляет значимый вклад в развитие теории адаптационного менеджмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЕМИСС. Государственная статистика. Официальные статистические показатели. URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 10.03.2026).

2. Енгибарян, А. А. Оценка предпринимательской активности Алтайского края [Текст] / А. А. Енгибарян, Е. Р. Элерт, И. В. Маратканова // Стратегия устойчивого развития и экономическая безопасность страны, региона, хозяйствующих субъектов. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и магистрантов, посвященной памяти выдающегося экономиста В.Д. Новодворского. — Москва. 2023. — С. 103-107.

3. НГУЭУ. Итоги 2025 года в макроэкономике и политике: оценки экспертов НГУЭУ / Коложвари Э.С., Ляскин Г.Г., Гениберг Т.В., Фалеев А.В., Борисов Д.А. [Электронный ресурс] // Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» : [сайт]. — URL: <https://nsuem.ru/university/news-and-announces/2025/12/146831> (дата обращения: 25.02.2026).

4. НГУЭУ. Итоги 2025 года на потребительском рынке и в маркетинге, в HR и IT: оценки экспертов НГУЭУ / Иноземцева А.В., Масалова Ю.А., Шадрин Л.Ю. [Электронный ресурс] // Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» : [сайт]. — URL: <https://nsuem.ru/university/news-and-announces/detail.php?ID=146832> (дата обращения: 25.02.2026).

5. Спруга Я.А. Стратегическая переориентация субъектов малого и среднего предпринимательства в Сибирском федеральном округе в условиях трансформации 2026 года [Текст] / Спруга Я.А., Маратканова И.В. // Современный специалист-профессионал: теория и практика. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, посвященной памяти выдающегося экономиста В.Д. Новодворского. — Москва. 2026.

Спруга Ярослав Александрович — студент Алтайского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, e-mail: yaspruga@yandex.ru

Маратканова Ирина Владимировна — к.э.н., доцент кафедры Экономики и финансов Алтайского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, e-mail: ivmaratkanova@fa.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНОВ СФО)

С. Д. Усанова, Е. В. Баранова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В работе проведён анализ инновационно-технологической составляющей региональных экономических систем Сибирского федерального округа за период 2018-2024 гг. Использованы методы нормировки показателей по среднему и лучшему значениям. Выявлена значительная неоднородность инновационного развития, лидерство Новосибирской области и необходимость адресной поддержки отстающих территорий.

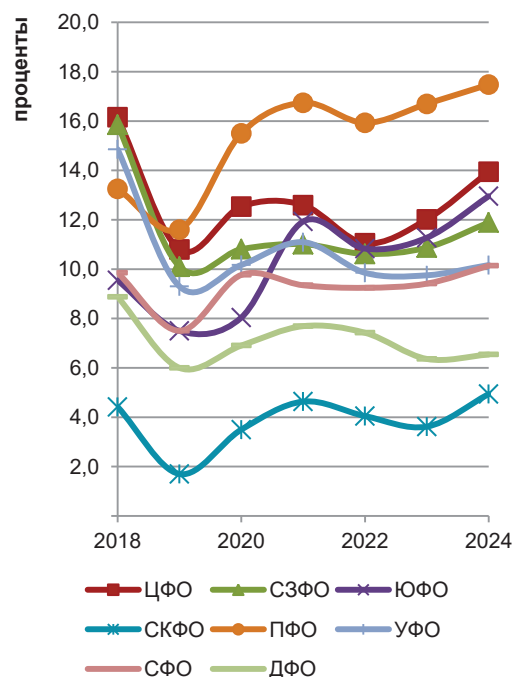
Ключевые слова: инновационная активность, нормировка показателей регионального развития, региональная экономика, инновационно-технологическая составляющая экономики.

В условиях глобальной конкуренции и курса на технологическое развитие России анализ инновационного потенциала регионов приобретает особую значимость - от него зависят перспективы модернизации экономики и повышения конкурентоспособности территорий. Для оценки дифференциации регионов РФ по уровню инновационно-технологического развития предполагается использование ряда показателей.

Первый оценочный показатель – уровень инновационной активности организаций. Несмотря на то, что этот показатель определяется органами государственной статистики РФ, его содержание до сих пор является предметом дискуссий в научной среде.

По данным Федеральной службы государственной статистики РФ, за последние семь лет уровень инновационной активности организаций в России изменялся в пределах 12,8-12,5%.

Региональная динамика по федеральным округам представлена на рисунке 1. Наиболее высокие значения демонстрируют субъекты Приволжского федерального округа, наименьшие значения – регионы Северо-Кавказского федерального округа. Показатели организаций СФО занимают срединные значения.



Источник: Составлено авторами

Рисунок 1 – Уровень инновационной активности организаций, по федеральным округам РФ, %, 2018-2024 гг.

Уровень инновационной активности организаций СФО в указанный период времени остается ниже среднего российского показателя и варьируется в пределах 9,9-10,1%.

Среди регионов СФО первое место в этом рейтинге удерживает Алтайский край,

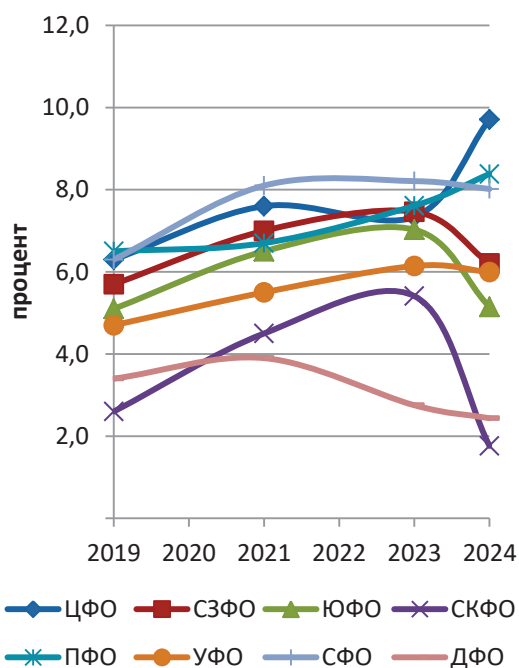
ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНОВ СФО)

второе – Томская область, третье - Новосибирская область.

Второй оцениваемый параметр - удельный вес малых предприятий, занимающихся инновациями. Как видно из рисунка 2, в последние годы СФО удерживал лидерство по этому показателю, однако в 2024 году он уступил первое место ЦФО (8,0 % против 9,7%), минимальные же значения демонстрируют ДФО и СКФО.

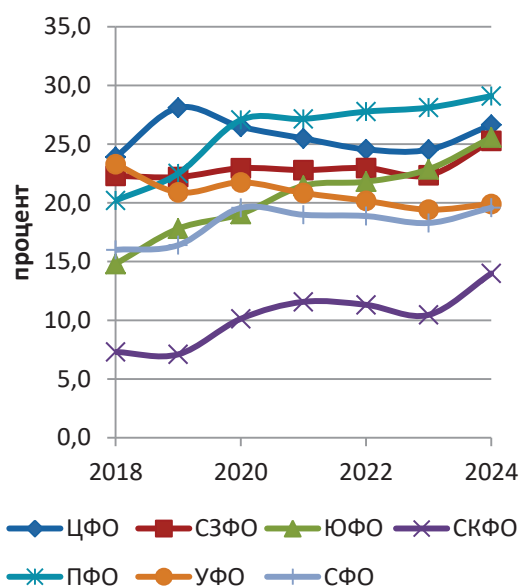
Процент организаций, осуществляющих технологические инновации, выше в Приволжском федеральном округе и Центральном федеральном округе (рисунок 3).

В числе прочих показателей для оценки региональной дифференциации возьмем долю инновационных товаров, работ и услуг в общем объеме и отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, и затраты на инновационную деятельность организаций в процентах от ВРП.



Источник: Составлено авторами

Рисунок 2 – Доля малых предприятий, осуществлявших инновационную деятельность, в общем количестве малых предприятий, по федеральным округам РФ, %, 2019-2024 гг.



Источник: Составлено авторами

Рисунок 3 – Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, по федеральным округам РФ, %, 2018-2024 гг.

Суть нашего исследования состоит в сопоставлении инновационной составляющей экономики регионов СФО через функцию нормировки показателей. Первоначально проведем нормировку по среднему значению:

$$y(a, x) = 2^{\frac{1-a}{x}} \quad (1)$$

где a – это среднее значение по федеральному округу,

x – региональное значение.

Итак, в качестве пяти переменных для сравнения возьмем процент малых предприятий, осуществлявших инновационную деятельность (1), процент организаций, осуществлявших технологические инновации (2), процент инновационных товаров, работ и услуг в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг (3); затраты на инновационную деятельность организаций в виде процента от ВРП (4); уровень инновационной активности организаций, % (5). Нормированные значения по регионам СФО представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Нормированные по среднему значению показатели в регионах СФО, 2024 г.

Субъекты СФО	1	2	3	4	5
Респ. Алтай	0,761	0,823	0,000	0,088	0,381
Респ. Тыва	0,579	0,934	0,128	0,000	0,749
Респ. Хакасия	0,499	0,616	0,320	0,000	0,594
Алт. край	1,278	1,163	0,699	0,818	1,353
Красноярский край	0,694	0,782	0,176	1,076	0,809
Иркутская обл.	1,213	0,936	0,000	1,655	0,860
Кемеровская обл.	0,569	0,897	0,121	0,453	0,914
Новосибирская обл.	1,214	1,180	1,605	0,632	1,225
Омская обл.	0,842	1,059	1,655	0,697	0,935
Томская обл.	1,388	1,269	1,150	1,508	1,341

Источник: составлено авторами

Как видно из таблицы 1, Алтайский край имеет значения выше единицы по трем из пяти параметров.

Проведя агрегирование показателей с равными весами, получим значения интегрального индекса оценки инновационно-технологического аспекта региональной экономики. Алтайский край занимает по этому показателю третье место среди регионов Сибирского федерального округа после Томской и Новосибирской областей (рисунок 4).

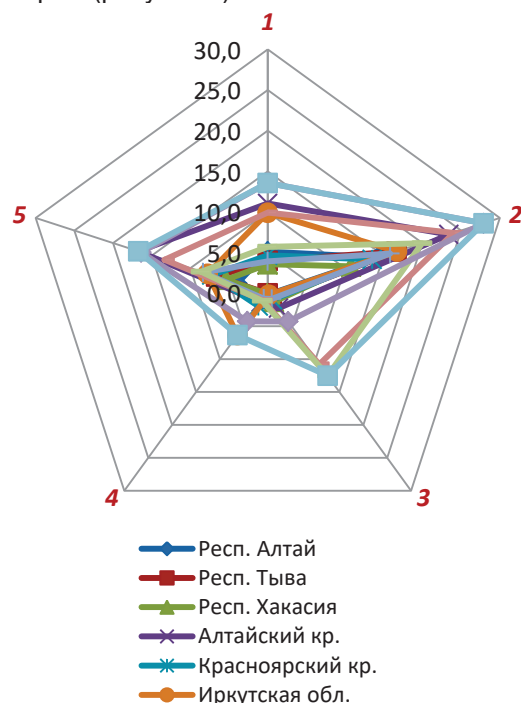


Источник: составлено авторами

Рисунок 4 – Интегральный индекс инновационно-технологического развития через нормирование показателей по среднему значению, 2024 гг.

Проведем нормировку этих же показателей регионов СФО через указанную выше

функцию по лучшему значению. По результатам нормировки построим лепестковую диаграмму (многоугольники) по указанным параметрам (рисунок 5).



Источник: составлено авторами

Рисунок 5 – Многоугольник сравнения регионов СФО

Рассчитав площадь эталонного многоугольника, построенного по лучшим значениям, а также площади многоугольников каждого из регионов СФО, определим процент отставания многоугольника каждого субъекта от эталонного значения (таблица 2).

Таблица 2 – Ранжирование регионов СФО по инновационно-технологической составляющей

Субъект СФО	Отставание от эталона, %	Место
Томская обл.	29	1
Новосибирская обл.	43	2
Алтайский край	54	3
Омская обл.	62	4
Иркутская обл.	74	5
Красноярский край	89	6
Кемеровская обл.	90	7
Респ. Алтай	91	8-9
Респ. Тыва	91	8-9
Респ. Хакасия	94	10

Источник: составлено авторами

Итак, как видно из таблицы 2, используя второй метод, получаем результат, согласно

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНОВ СФО)

которому Алтайский край снова занимает третье место среди регионов СФО по инновационно-технологическому аспекту региональной экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

Баранова Елена Владиславовна – старший преподаватель кафедры МЭО, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: elenbaranova@yandex.ru, тел. 89039494076.

Усанова Софья Дмитриевна – студентка специальности «Экономическая безопасность», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: usanova.sofia@mail.ru, тел. 89609646678.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РЫНКА ПРЕМИАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РФ ЗА 2024-2025 ГОДЫ

Д. Р. Манаков, Э. И. Казитова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье анализируется структура рынка премиальных автомобилей в Российской Федерации за 2024–2025 гг. На основе статистических данных Росстата, ФНС и компании «Автостат» рассматриваются динамика продаж премиальных брендов, изменения в сегменте автомобилей стоимостью от 10 млн руб., а также региональные различия в приросте таких автомобилей. Показано, что наблюдаемое расхождение между агрегированными и детализированными показателями обусловлено не только колебаниями спроса, но и структурным сдвигом внутри премиального сегмента, связанным с изменением ценовой конфигурации рынка. Установлено, что основной прирост новых премиальных автомобилей сосредоточен в крупнейших агломерациях — Москве, Московской области и Санкт-Петербурге, тогда как остальные регионы заметно уступают им по масштабам спроса. Сделан вывод о том, что рынок премиальных автомобилей может использоваться как косвенный индикатор благосостояния населения, однако только при учёте методологических различий, ценовой динамики и региональной специфики.

Ключевые слова: премиальные автомобили, элитные автомобили, рынок автомобилей, региональная дифференциация, потребительский спрос, благосостояние населения, ценовой сдвиг, Москва, Санкт-Петербург, ФНС, Автостат.

Под премиальным автомобилем (или автомобилем премиум-класса) в рамках данной статьи рассматривается легковой автомобиль, превосходящий массовые модели по качеству материалов и сборки (натуральная кожа, дерево, алюминий, карбон, высочайший уровень подгонки деталей), технологиям (система «автопилот», адаптивная подвеска, мощные мультимедийные системы, матричные фары, системы безопасности и другие), динамике (высокопроизводительные двигатели, усовершенствованные трансмиссии, высокая степень шумоизоляции и другие), статусу (узнаваемость, имидж, бренд), цене (от 10 млн. руб.), а также по стоимости обслуживания. Совокупность технических характеристик формирует высокую стоимость — в результате стоимость премиального автомобиля значительно выше среднестатистической как при покупке, так и в обслуживании.

В связи с тем, что официальные статистические данные по премиальным автомобилям не обобщаются, для анализа указанного сегмента рынка использовались статистические данные Росстата, ФНС и открытые данные компании «Автостат» (таблица 1).

По результатам анализа представленных данных можно сформулировать несколько противоречивых выводов.

Таблица 1 - Премиальные автомобили в РФ (2024–2025 гг.)

Показатель	2024	2025	Изменение
Количество новых премиальных автомобилей (по методике ФНС / FinExpertiza), ед.	~32 500	130 400	значительный рост
Общий объем продаж премиальных брендов (Автостат), ед.	156 500	130 400	–16,4% (падение продаж по брендам)
Доля премиальных автомобилей в общем автопарке РФ	~7%	~7%	стабильно
Источник: [1, 2, 3].			

Во-первых, обращает на себя внимание резкий разнонаправленный тренд в статистических источниках ФНС и Автостата. Согласно методике ФНС/FinExpertiza, объем новых премиальных автомобилей вырос почти в 4 раза — с 32,5 тыс. до 130,4 тыс. единиц. Однако, согласно данным Автостата по всем преми-

альным брендам (без жёсткой привязки к порогу 10 млн руб.), наблюдалось падение продаж на 16,4% — с 156,5 тыс. до тех же 130,4 тыс. единиц. При этом в двух источниках фигурирует цифра 130 400 ед.: как «новые премиальные авто» по версии ФНС и как «общий объём продаж премиальных брендов» в 2025 году). Возникшее противоречие с высокой долей вероятности объясняется не кратным ростом «премиум» сегмента, а структурным сдвигом внутри самого премиального рынка — продажи массовых премиальных брендов (например, BMW 3 серии, Mercedes C-класса и т.д.) значительно сократились, а их место заняли другие модели стоимостью от 10 млн. рублей — либо за счёт прямого удорожания, либо за счёт сокращения продаж автомобилей дешёвых комплектаций. В результате общий объём премиального рынка снизился на 16%, но внутри него выросла доля наиболее дорогих позиций.

Во-вторых, доля премиальных автомобилей в общем автопарке РФ осталась стабильной на уровне ~7%. Это говорит о том, что описанные выше колебания касаются в первую очередь структуры продаж, а не накопленного запаса: автопарк обновляется медленно, и даже значительные изменения в потоке новых автомобилей за год не способны ощутимо сдвинуть эту долю.

В целом, данные не свидетельствуют о резком росте спроса на предметы роскоши, а скорее описывают эффект «вымывания» бюджетных премиальных моделей. Рынок премиум-класса количественно сжимается, но рост цен автомобилей приводит к увеличению стоимости анализируемого ценового сегмента.

Проанализировав распределение прироста новых премиальных автомобилей по регионам РФ за 2024 год, можно сделать несколько выводов с точки зрения региональной экономики и дифференциации доходов (рисунок 1).

Во-первых, спрос на дорогие автомобили сконцентрирован в ограниченном числе субъектов. Три региона-лидера — Москва (3 420 ед.), Московская область (822 ед.) и Санкт-Петербург (737 ед.) — в сумме дают 4 979 единиц прироста.

Во-вторых, прирост премиальных автомобилей в Москве превышает прирост в Московской области более чем в 4 раза, а Санкт-Петербург — почти в 5 раз. При этом, начиная с Краснодарского края (407 ед.), значения резко снижаются и попадают в диапазон 100–400 ед. Это классическая картина для экономики России — «двухскоростной» потребительский ландшафт, где столичные регионы находятся в своей весовой категории.



Рисунок 1 - Топ-10 регионов по приросту новых премиальных автомобилей, ед. (на 01.01.2025 г.)

В-третьих, интересен состав регионов, замыкающих топ-10. Наряду с традиционно богатыми добывающими регионами (Татарстан — 220 ед., Свердловская область — 188 ед.) в число регионов с высоким спросом на премиальные автомобили вошли Республика Дагестан (169 ед.) и Чеченская Республика (152 ед.). Это может объясняться не только различиями в среднедушевых доходах, но и структурой местного предпринимательства, неформальной экономикой, а также сложившейся структурой потребления (престижное потребление).

Проведённый анализ структуры рынка премиальных автомобилей в РФ за 2024–2025 гг. позволяет сформулировать несколько содержательных выводов относительно того, насколько данный рынок может служить индикатором уровня благосостояния населения регионов.

1. Ограниченная применимость «премиум-рынка» как показателя уровня благосостояния. Покупка дорогих автомобилей — очевидный показатель наличия состоятельных домохозяйств в регионе. Однако данные демонстрируют, что резкий рост категории «элитные автомобили от 10 млн руб.» (с 32,5 тыс. до 130,4 тыс. ед.) — это не столько увеличение числа богатых покупателей, сколько структурный ценовой сдвиг внутри самого премиального сегмента. Общий объём продаж премиальных брендов при этом сократился на 16,4%. Таким образом, данные о продажах премиум-автомобилей без учёта ценовой динамики и ассортиментных сдвигов не могут служить надёжным индикатором благосостояния, их следует дефлировать и

корректировать на изменение структуры предложения.

2. Региональная поляризация как индикатор дифференциации доходов. Москва, Московская область и Санкт-Петербург аккумулируют около 62–63% всего прироста новых премиальных автомобилей. При этом продажи в Москве (прирост +3 420 ед.) превосходят годовые объёмы продаж многих регионов. Такой разрыв — прямая проекция межрегионального неравенства в уровне доходов, концентрации капитала, высокооплачиваемых рабочих мест и предпринимательской активности. Краснодарский край, Татарстан и Свердловская область (прирост от 188 до 407 ед.) выступают «вторым эшелонem» — это регионы с относительно развитой экономикой, но уже на порядок ниже столиц. Это соответствует эмпирическому правилу: чем выше концентрация ВРП на душу населения и доля крупного бизнеса, тем выше спрос на товары премиум-сегмента.

3. Аномалии Северного Кавказа. Наиболее интересный с точки зрения экономической социологии результат — присутствие в топ-10 Республики Дагестан (169 ед.) и Чеченской Республики (152 ед.) с показателями, сопоставимыми с Ростовской областью (134 ед.) и Ставропольским краем (128 ед.). При этом официальные среднедушевые доходы в северокавказских республиках, как правило, ниже, чем в Ростовской области или Ставропольском крае. Это означает, что отсутствует стандартная корреляция «высокий официальный доход → покупка премиум-автомобиля». Возможные объяснения:

- высокая доля неформальной/теневой экономики, которая не фиксируется в официальной статистике доходов;
- иная структура потребления с акцентом на демонстративное (престижное) потребление как социальный сигнал;
- практика «автомобилей в кредит/лизинг» с последующими трудностями обслуживания, что не отражается напрямую на текущем доходе, но влияет на долговую нагрузку.

Следовательно, продажи премиум-автомобилей в таких регионах являются показателем социального статуса и культурных норм, а не реального уровня благосостояния в его классическом экономическом понимании (доход, сбережения, качество жизни).

4. Стабильность доли премиум-автомобилей в автопарке как индикатор медленного роста массового благосостояния. Доля премиальных автомобилей в общем парке РФ осталась на уровне ~7% и не изменилась за год. Это важный макросигнал: несмотря на все ценовые и структурные сдвиги в прода-

жах, накопленный автомобильный парк (а значит, и «реальный» уровень автомобилизации населения) меняется крайне медленно. Если бы массовое благосостояние росло высокими темпами, произошло бы увеличение этой доли за счёт перехода домохозяйств из масс-сегмента в премиум.

В заключение следует отметить, что рынок премиальных автомобилей отражает межрегиональную поляризацию доходов и региональные аномалии (Северный Кавказ). Однако он непригоден для прямых выводов о динамике числа богатых домохозяйств в стране из-за ценовых и ассортиментных сдвигов (эффект «исчезновения дешёвого премиума»). Для более точной диагностики благосостояния необходим комплексный подход: данные о продажах премиум-автомобилей следует дополнять информацией о среднедушевых доходах, неформальной экономике и потребительской уверенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АВТОСТАТ. Аналитические материалы и инфографика по рынку премиальных автомобилей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/47882/> (дата обращения: 14.04.2026).
2. АвтоНовости. В России выросли продажи премиальных машин. Это произошло впервые за год [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autonews.ru/news/692967059a794775064772fd> (дата обращения: 14.04.2026).
3. СвоёДело Плюс. Число премиальных автомобилей в России выросло на треть [Электронный ресурс]. URL: <https://svoedeloplus.ru/2025/11/12/chislo-premialnyh-avtomobilej-v-rossii-vyroslo-na-tret/> (дата обращения: 14.04.2026).
4. Федеральная налоговая служба. Обновлен перечень дорогостоящих автомобилей на 2026 год [Электронный ресурс]. URL: https://www.nalog.gov.ru/m50/news/activities_fts/16283300/ (дата обращения: 14.04.2026).
5. Федеральная налоговая служба. Статистика по государственной регистрации [Электронный ресурс]. URL: https://www.nalog.gov.ru/m77/related_activities/statistics_and_analytics/regstats/ (дата обращения: 14.04.2026).

Манаков Дамир Рафилевич — студент группы Эк-31 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: damirmanakov326@gmail.com

Казитова Эмилия Ивановна — ст. преподаватель кафедры «Международные экономические отношения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: milkazitova@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Н. А. Доставалов, В. И. Сташко

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье представлены результаты натурного эксперимента по сравнительному анализу призматического (ПСЭС) и классического (СЭС) энергомодулей в условиях Алтайского края. Актуальность обусловлена высокими тарифами для сельхозпредприятий (до 15 руб./кВт·ч) и дефицитом площадей для традиционной генерации. Цель – количественная оценка прироста выработки и экономической эффективности вертикальной многогранной конструкции. Методология базируется на синхронных замерах двух массивов одинаковой пиковой мощности (7,04 кВт) в осенне-зимний период 2025–2026 гг. с использованием прецизионных шунтов и микроконтроллерного мониторинга. Результаты показали, что ПСЭС увеличивает длительность эффективной генерации с 6 до 10–11 часов в сутки, а выработка за семь месяцев составила 1496 кВт·ч против 816,7 кВт·ч у классической (преимущество в 1,83 раза). Дисконтированный срок окупаемости ПСЭС мощностью 9,6 кВт – 3,6 года (на 1,6 года быстрее классической), внутренняя норма доходности достигает 38%. Конструкция рекомендуется для объектов распределённой генерации в регионах с переменной облачностью и устойчивым снежным покровом.

Ключевые слова: призматическая солнечная электростанция, микрогенерация, распределенная энергетика, вертикальное расположение панелей, сравнительный эксперимент, Алтайский край, гибридная энергоустановка, TOPCon-панели.

Введение

Современный этап развития мировой энергетики характеризуется масштабным переходом к декарбонизации и децентрализации. Согласно данным IRENA, за период 2010–2025 гг. приведенные затраты на электроэнергию (LCOE) для фотоэлектрических станций снизились с 0,45 до 0,08 долл. США/кВт·ч, а установленная мощность солнечной генерации в мире достигла рекордных показателей [1]. Однако в Российской Федерации, несмотря на создание правовой основы (Федеральный закон № 471-ФЗ «О микрогенерации» и его актуализация для многоквартирных домов в 2026 г.), темпы внедрения ВИЭ остаются сдерживаемыми высокой стоимостью финансирования, административными барьерами и неразвитостью инфраструктуры [2, 3].

Особую остроту эти проблемы приобретают для удалённых и сельскохозяйственных регионов, таких как Алтайский край. Тарифы для малого бизнеса и категории «прочее население» с 1 января 2026 года составляют от 6,36 руб./кВт·ч (при потреблении до 3 900 кВт·ч/мес.) и приближаются к 10 руб./кВт·ч при превышении порога 6000 кВт·ч/мес. [4].

При этом традиционные наземные солнечные электростанции (СЭС) требуют значительных земельных площадей (около 40–50 м² на 7 кВт установленной мощности), страдают от снежных заносов зимой и нуждаются в дорогих системах очистки.

В ответ на эти вызовы творческим коллективом АлтГТУ разработан и запатентован инновационный энергетический модуль призматического типа (патент RU223343U1) [5], в котором фотоэлектрические панели размещены вертикально по периметру и ориентированы на четыре стороны света. Цель настоящей работы – экспериментальное подтверждение технической и экономической эффективности ПСЭС по сравнению с классической СЭС южной ориентации в реальных условиях Западной Сибири.

Методология и экспериментальная установка

Исследование проводилось на действующем сельскохозяйственном предприятии в с. Калманка Алтайского края (координаты: 52°53' с.ш., 83°32' в.д.) в период с сентября 2025 по март 2026 года. Период наименьшей солнечной активности позволил получить консервативную оценку эффективности.

Для чистоты эксперимента были созданы два физических массива (рисунок 1) на основе высокоэффективных монокристаллических модулей SunPro SP440-N108M10 (тип *n*-TOPCon, 440 Вт, КПД 22,53%):

1. **Классический массив (М1)** – стационарная рама, ориентированная строго на юг под углом 50° (оптимальным для региона). Общая пиковая мощность составила 3,52 кВт (8 панелей) для корректного сравнения удельных

показателей, а полная мощность обеих систем приведена к единому знаменателю для экономических расчётов.

2. **Призматический массив (М2)** – пространственный стальной каркас в виде четырёхгранной призмы (сторона ~1,5 м). На каждой из четырёх граней (Юг, Восток, Север, Запад) вертикально установлено по 4 панели. Общая пиковая мощность М2 составила 7,04 кВт.



а)



б)

Рисунок 1 – Фотоэлектрические массивы экспериментальной установки:

а) классический (стационарный, ориентация на юг под углом 50°);

б) призматический (вертикальное расположение панелей по сторонам света)

Цель экспериментальной части работы — сравнительная оценка энергетической эффективности инновационного призматического массива (ПСЭС) и классической стационарной солнечной электростанции (СЭС) в идентичных климатических и эксплуатационных условиях. Исследование проводилось на

небольшом сельскохозяйственном предприятии в с. Калманка Алтайского края (рисунок 2). Для достижения поставленной цели выполнен комплекс работ по проектированию, изготовлению, монтажу и вводу в эксплуатацию двух испытательных стендов, оснащённых системой высокоточного мониторинга.



Рисунок 2 — Вид со спутника: № 1 – классическая и № 2 – призматическая СЭС
Фундамент М2 выполнен на четырёх винтовых сваях СВЛ-76 (глубина 1,5 м, за-
полнение бетоном) для сейсмостойкости и противодействия морозному пучению. Оба

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

массива оснащены независимыми кабельными линиями, диодами Шоттки для защиты от обратных токов и системой измерений на базе прецизионных шунтов (50 А) и микроконтроллера, работающего на активную омическую нагрузку (суммарное сопротивление 12 Ом). Суммарная погрешность измерений не превысила 4,5%.

Для анализа временной структуры выработки построены сравнительные суточные

графики генерации классического (М1) и призматического (М2) массивов. На рисунке 3 показан характерный солнечный день (01.10.2025), когда классическая СЭС активна преимущественно в интервале 10:00–16:00, тогда как призматическая начинает генерацию с 8:00 (восточная грань) и завершает после 18:00 (западная грань). Это обеспечивает расширение эффективного периода работы до 10–11 часов в сутки.



Рисунок 3 — Сравнительные суточные графики генерации классического (М1) и призматического (М2) массивов

Результаты и обсуждение

1. Сравнение общей выработки

За семь месяцев наблюдений призматический массив выработал 1496,05 кВт·ч, что в 1,83 раза больше, чем классический (816,7 кВт·ч). Абсолютный прирост составил 679,35 кВт·ч. Динамика по месяцам представлена в таблице 1.

Наибольшее преимущество (до 203%) зафиксировано в январе, что объясняется низкой эффективностью классической станции из-за снежного покрова и малой высоты солнца, тогда как вертикальные грани призмы работают на отражённом излучении.

2. Временной профиль и распределение по сторонам света

Классический массив М1 активен в интервале 10:00 – 16:00 (около 6 часов). Призматический М2 начинает генерацию в 8:00 (восточная грань) и завершает после 18:00 (западная грань), обеспечивая 10–11 часов эффективной работы. Вклад граней распределяется следующим образом:

- Юго-восточная: 35–42% (максимум в полдень);
- Юго-западная: 32–36% (утренняя генерация);
- Северо-восточная: 12–18% (работа на рассеянном свете);
- Северо-западная: до 20–25% зимой (отражение от снега).

Таблица 1 – Сравнение среднемесячной выработки (сентябрь 2025 – март 2026)

Месяц	Выработка М1 (кВт·ч)	Выработка М2 (кВт·ч)	Преимущество М2, %
Сентябрь	138,9	224,8	+62%
Октябрь	101,5	204,1	+101%
Ноябрь	47,0	111,3	+137%
Декабрь	41,7	110,5	+165%
Январь	66,5	201,5	+203%
Февраль	196,5	335,2	+71%
Март	224,6	308,7	+37%
ИТОГО	816,7	1496,05	+83%

При этом пиковая мощность М2 (7,04 кВт) вдвое превышает мощность М1 (3,52 кВт), однако даже с учётом этого удельная выработка М2 на 1 кВт установленной мощности выше на 15–20% за счёт многосторонней ориентации и работы на отражённом излучении.

В пасмурную погоду классическая СЭС теряет до 65% выработки, а ПСЭС – не более 35%, что критически важно для стабильности энергоснабжения.

3. Техничко-экономическое сравнение для масштаба 9,6 кВт

На основе экспериментальных данных выполнена экстраполяция на коммерческий вариант с использованием панелей Hi-MO X6 600 Вт (общая мощность 9,6 кВт, 16 панелей). Капитальные затраты для обеих систем приняты одинаковыми – **660 000 руб.** (165 000 руб. за 2,4 кВт).

Годовая выработка (с учётом климатических коэффициентов Алтайского края):

- Классическая СЭС: 9 600 кВт·ч (удельная выработка ~1000 кВт·ч/кВт);
- Призматическая СЭС: 12 960 кВт·ч (~1350 кВт·ч/кВт).

Эксплуатационные расходы: классическая – 15 000 руб./год (регулярная очистка), призма – 5 000 руб./год (самоочищающаяся конструкция). Тариф принят 15,0 руб./кВт·ч с ежегодной индексацией согласно прогнозу Минэкономразвития.

Расчёт дисконтированных показателей (ставка $r = 8\%$, горизонт 10 лет) дал следующие результаты (таблица 2).

Таким образом, при одинаковых инвестициях призматическая СЭС обеспечивает вдвое большую интегральную прибыль и окупается на 1,6 года быстрее благодаря более высокой выработке и сниженным эксплуатационным затратам.

Таблица 2 – Сравнение экономической эффективности

Показатель	Классическая СЭС	Призматическая СЭС
Чистый дисконтированный доход (NPV), тыс. руб.	567	1099
Дисконтированный срок окупаемости (DPP), лет	5,2	3,6
Внутренняя норма доходности (IRR), %	19	38

Заключение

Проведённое экспериментальное исследование в реальных условиях Алтайского края подтвердило гипотезу о превосходстве энергетического модуля призматического типа над классической стационарной СЭС южной ориентации. Основные выводы:

1. **Техническая эффективность:** ПСЭС увеличивает длительность эффективной генерации с 6 до 10–11 часов в сутки (+70–80%), а суммарная выработка за осенне-

зимний период оказалась в 1,83 раза выше. Вклад северных граней (до 25% зимой) и устойчивость к снежным заносам делают конструкцию оптимальной для регионов с переменной облачностью.

2. **Экономическая эффективность:** Дисконтированный срок окупаемости ПСЭС мощностью 9,6 кВт составляет 3,6 года (против 5,2 лет у классики), IRR достигает 38% при ставке дисконтирования 8%, а чи-

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

стый выигрыш за 10 лет почти вдвое выше (1,1 млн руб.).

3. Практические рекомендации: Разработанные помесечные и почасовые коэффициенты позволяют адаптировать технологию для любых регионов с известной инсоляцией. Модуль может масштабироваться для индивидуальных домов (2–3 кВт), многоквартирных домов (интеграция в фасады), промышленных кластеров и удалённых объектов (гибридная версия с ветрогенератором и ДВС).

Дальнейшие исследования предполагают интеграцию ПСЭС с литий-железопосфатными накопителями (LiFePO₄) и облачными платформами мониторинга «виртуальной электростанции», а также оценку полного жизненного цикла для северных широт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Renewable Energy Agency (IRENA). Global Renewable Energy Trends 2024-2025. – Abu Dhabi: IRENA, 2025. – 89 p.
2. Шмыгалев, А. Н. Перспективы и вызовы развития СЭС в России. Сравнение с развитием СЭС в Армении / А. Н. Шмыгалев // Энерджинет. – 2025. – № 2. – С. 15-22.
3. Федеральный закон от 27.12.2019 № 471-ФЗ «О микрогенерации» (с изм. от 17.02.2026) // Собрание законодательства РФ. – 2019. – № 52 (ч. I). – Ст. 7798.

4. Тарифы на электроэнергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей в Алтайском крае с 1 июля 2025 года [Электронный ресурс] : официальный сайт АО «Алтайэнергосбыт». – URL: <https://altaiensb.ru/tarify> (дата обращения: 10.01.2026).

5. Патент RU223343U1 Российская Федерация. Призматическая солнечная электростанция / В. И. Сташко, В. А. Крахмалев ; заявл. 17.10.2023 ; опубл. 10.03.2024. – 8 с.

6. Якоби, А. А. Разработка методики расчета параметров энергетической установки на основе призматической солнечной станции / А. А. Якоби, В. И. Сташко // Энерджинет. – 2024. – № 1. – URL: <http://nopak.ru/241-303> (дата обращения: 02.04.2026).

7. Васильев, Д. А. Оптимизация размещения солнечных электростанций в России / Д. А. Васильев // Вестник МЭИ. – 2025. – № 1. – С. 34-41.

8. Brown, M. Prismatic Solar Panel Design for Urban Environments / M. Brown, L. Green // Renewable Energy. – 2024. – Vol. 198. – P. 456-468

Доставалов Н. А. – студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова».

Сташко Василий Иванович – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: stashkovi@altgtu.ru.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПОДСТАНЦИЯХ

С. С. Голубцов, А. С. Соловской

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье рассматривается проблема контроля электромагнитной обстановки на объектах электросетевого комплекса. Электромагнитные поля промышленной частоты 50 Гц, создаваемые распределительными щитами, кабельными линиями и трансформаторными подстанциями, оказывают неблагоприятное воздействие на персонал в виде снижения работоспособности, нарушения нервной системы и терморегуляции, окислительного стресса, повреждения ДНК. Существующие методы контроля электромагнитных полей, в том числе периодические измерения при специальной оценке условий труда, после реконструкции, не позволяют отслеживать дозовую нагрузку в течение смены и оперативно предупреждать о превышении допустимого времени пребывания. Предложен метод контроля электромагнитной обстановки на основе технологии RFID-меток. Метод включает предварительное картирование зон с расчетом допустимого времени экспозиции, использование пассивной RFID-метки для идентификации местоположения персонала и автоматическое световое/звуковое оповещение при приближении к предельному времени. Технический эффект заключается в повышении электромагнитной безопасности за счет исключения человеческого фактора, а также возможность интеграции с цифровыми двойниками подстанций.

Ключевые слова: электромагнитное поле, электромагнитная обстановка, электромагнитный контроль, электросетевой комплекс, промышленная частота, радиосигнал, радиочастотная идентификация, идентификация, RFID-метка, охрана труда.

В современном мире число электроустановок, создающих вокруг себя электромагнитное поле, постоянно растет. Совокупность электромагнитных полей (ЭМП) заданной частоты, в заданном области пространства, в заданный промежуток времени именуется электромагнитной обстановкой [1]. Уровень электромагнитной обстановки необходимо учитывать не только для осуществления электромагнитной совместимости, что есть возможность электроустановок выполнять свои функции, не нарушая работы иных электроустановок, но и для защиты человека, вынужденного находится в среде, характеризующейся повышенной напряженностью электрического и магнитного поля. Электромагнитные поля могут являться канцерогенами, что ставит под угрозу персонал, чья задача эксплуатация не отключенных электроустановок. Возникает необходимость защиты от электромагнитных полей и эффектов, ими порождаемых [1-2].

На состояние электромагнитной обстановки в электросетевом комплексе влияют электрические распределительные щиты, силовая электропроводка и трансформаторные подстанции с соответствующим оборудованием [1-2]. Уровень электрического поля про-

мышленной частоты для электротехнического оборудования здания (распределительные щиты, кабельные линии) не превышает ПДУ [2], однако ряд исследований [1-2] подтверждают превышение уровня магнитного поля в исследуемых помещениях.

Известные результаты исследований функционального состояния отдельных систем организма человека свидетельствуют о риске неблагоприятного влияния при длительном воздействии электромагнитным полем [3-4]. Согласно [3], исследование на добровольцах находившихся 30 дней в электрическом поле промышленной частоты при интенсивности 5-16 кВ/м, создаваемых ВЛ 330 и 750 кВ, показали снижение концентрации внимания, работоспособности, изменение температуры кожи, лабильность пульса [3]. У лиц, подвергавшихся воздействию электрическим полем напряженностью до 22 кВ/м, наблюдались функциональные нарушения нервной системы, терморегуляционные нарушения [3], а при интенсивности 14,7-27,4 В/м регистрировалась вероятность увеличения повреждения ДНК [3-4].

При воздействии магнитным полем промышленной частоты также наблюдаются негативные последствия для человека [3, 5].

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2026

Так, известные результаты исследований, проводившиеся на работников электростанции, подвергавшихся воздействию магнитным полем до 58,7 мкТл [3-5], показали ухудшение качества сна, наличие депрессивных и тревожных состояний. Другие исследования подтверждают повышенная вероятность повреждение ДНК при плотности магнитной индукции 11,3-18,9 мкТл [3, 5], а также окислительный стресс и повреждение ДНК при воздействии магнитным полем 3,5 мкТл [3-5].

В рамках электромагнитной совместимости известно несколько способов защититься от ЭМП [1]: экранирование, увеличение расстояния до источника поля, снижение времени пребывания в опасной среде. Экранирование, например, применяется при прокладке силового кабеля вместе со слаботочным проводом в одном кабель-канале или коробе. Так, поля, порождаемые большими токами, протекающими в силовой цепи, не оказывают влияния на линии связи. Экранирование может быть выполнено как тонким стальным листом между проводами, так и использованием кабелей с экранирующим слоем изоляции. Защита расстоянием может представлять собой запрет на доступ людей в опасные области пространства [1]. Данная статья рассматривает контроль ЭМО с помощью ограничения времени пребывания в потенциально канцерогенной области.

На объектах электросетевого комплекса персонал подвергается воздействию электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц. При этом существующие решения при контроле ЭМП на объектах электросетевого хозяйства реализуются в виде периодических (разовых) измерений ЭМП при специальной оценке условий труда (СОУТ) или после реконструкции, что не позволяет отслеживать реальную дозовую нагрузку в течение смены и оперативно предупреждать персонал о превышении допустимого времени пребывания [6].

Известен способ измерения напряженности электрического поля в исследуемом пространстве в диапазоне 50 Гц – 300 МГц осуществляется за счет использования кольцевого конденсатора [7]. Способ измерения заключается в преобразовании высокочастотного напряжения в напряженность электрического поля за счет возбуждения вдоль всего контура кольца равномерным по амплитуде током кольцевым конденсатором. Оценка электромагнитного поля производится за счет воспроизведения равномерного электрического поля внутри конденсатора при

приемлемых размерах установки и достаточно большой рабочей зоне [7].

Другой распространенный способ измерения напряженности электрического поля в частотном диапазоне от 0 до 1 МГц заключается в дополнительном размещении второго чувствительного электрода и второго усилителя, причем чувствительные электроды устанавливаются в одной плоскости с зазором симметрично относительно экранирующего электрода [8]. В результате воздействия переменного электрического поля на чувствительные электроды наводятся переменные электрические заряды, уничтожаемые за счет симметрии чувствительных элементов. Величина электрического поля, преобразованная суммирующим усилителем в напряжение, регистрируется датчиком [8].

Однако для контроля ЭМП промышленной частоты 50 Гц отсутствуют методики, сочетающие:

- предварительное картирование зон с указанием допустимого времени пребывания;
- персональную RFID-метку с определением местоположения;
- автоматическое оповещение при превышении допустимой экспозиции.

Контроль времени пребывания персонала в опасной зоне возможно осуществить с помощью технологии RFID (Radio Frequency IDentification – Радио Частотная Идентификация). Данная технология позволяет осуществлять контроль и управление доступом в различные помещения, контролировать поступление товара [9]. Подобная система состоит из считывателя (источника поля) и метки (микросхема с антенной). Когда микросхема оказывается в поле считывателя, она забирает часть энергии поля для своей работы, таким образом между считывателем и меткой налаживается обмен данными. Для осуществления контроля электромагнитной обстановки с помощью специальных приборов строится карта электромагнитных полей в заданной области пространства (помещения, где находится электроустановка).

Далее на краю опасной зоны или на входе в помещение ставится считыватель. Для доступа к электроустановке персонал должен поднести к считывателю метку, после чего на компьютер поступает сигнал, о лице, получившем доступ, и времени входа. После этого начинается отсчет времени, по окончании которого в помещении раздается речевой либо звуковой сигнал, оповещающий персонал о необходимости покинуть опасную область, что может быть осуществлено с помощью речевых или звуковых оповещателей, приме-

няемых в системе оповещения и управления эвакуацией, если таковая расположена на объекте с обслуживаемой электроустановки.

Технический эффект от предлагаемой разработки заключается в следующем:

- повышение уровня электромагнитной безопасности персонала за счет исключения человеческого фактора при соблюдении допустимого времени пребывания;
- реализации системы контроля электромагнитной обстановки по концепции «защита временем»
- автоматическая регистрация инцидентов (превышений) с привязкой к личности, времени и месту для объективного анализа;
- возможность интеграции с цифровыми двойниками подстанций (визуализация перемещения персонала на фоне карт ЭМП).

Предлагаемый метод предполагает интеграцию:

- результатов инструментального измерения ЭМП («ВЕ-метр» или аналогичный измеритель) в цифровую карту опасности с расчетом допустимого времени пребывания для каждой зоны;
- пассивной RFID-меткой, размещаемой в каске или спецодежде, которая определяет факт нахождения работника в конкретной зоне и отсчитывает индивидуальное время экспозиции;
- алгоритма оповещения (светового/звукового) при приближении к предельному времени, с возможностью передачи сигнала на диспетчерский пульт, а также хранения информации в облачном хранилище.

Таким образом, использование RFID технологии в совокупности с электромагнитной совместимостью может повысить качество охраны труда на предприятиях, где расположены электроустановки, требующие обслуживания без снятия напряжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы электромагнитной совместимости : учебное пособие / Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников, Е. В. Титов. – Пятое издание, дополненное. – Москва : ООО «Директ-Медиа», 2025. – 400 с. – ISBN 978-5-4499-4821-2. – DOI 10.23681/718296.
2. Титов, Е. В. Методология комплексного контроля и визуализации электромагнитной обстановки в АПК : специальность 05.20.02 "Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Титов Евгений Владимирович. – Барнаул, 2021. – 345 с.
3. Коньшина, Т. А. Научное обоснование комплексного метода гигиенической оценки средств

индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты : специальность 3.2.4 «Медицина труда» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Белая Ольга Викторовна. – Москва, 2021. – 151 с.

4. Синдром вегетативной дисфункции у работников вредных производств / Е. М. Власова, А. Е. Носов, Т. А. Пономарева, Ю. А. Ивашова // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2014. – № 12(261). – С. 12-14.

5. Гордеева, М. А. Влияние электромагнитных полей на растительные и животные организмы : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Гордеева Мария Андреевна. – Тюмень, 2013. – 198 с.

6. Соловской, А. С. Совершенствование способа контроля электромагнитной обстановки с применением комбинированного метода дозиметрии электромагнитных полей / А. С. Соловской, Е. В. Титов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 182-186. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-182-186.

7. Патент № 2553572 С1 Российская Федерация, МПК G01R 35/00, G01R 29/12, H01G 4/38. Устройство воспроизведения электрического поля : № 2014104051/07 : заявл. 05.02.2014 : опубл. 20.06.2015 / Ж. А. Сабилов, А. В. Прядилов ; заявитель Открытое акционерное общество «Специальное конструкторское бюро радиоизмерительной аппаратуры».

8. Патент № 2647225 С1 Российская Федерация, МПК G01R 29/12. Измеритель напряженности электрического поля вибрационного типа : № 2017103072 : заявл. 30.01.2017 : опубл. 14.03.2018 / А. Н. Филиппов, Н. М. Пушкин, К. В. Лакшин ; заявитель Акционерное общество «Научно-производственное объединение измерительной техники».

9. 2. Тарола, А. А. RFID-технологии в контроле СИЗ: от порталов к интеллектуальным системам / А. А. Тарола // Наука сегодня: актуальные исследования : Сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 02 февраля 2026 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2026. – С. 220-223.

Голубцов Савелий Сергеевич – студент группы Э-22 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: golubczov_04@mail.ru;

Соловской Александр Сергеевич – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Электрификация производства и быта» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: solovskoyas@mail.ru.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА И РЕГУЛЯТОРА СМИТА В СИСТЕМАХ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

А. В. Стоянова, И. А. Иванов

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

В данной работе проведён сравнительный анализ эффективности классического ПИД-регулятора и регулятора Смита при управлении объектами автоматического регулирования с существенным транспортным запаздыванием. Выполнено математическое описание замкнутых систем, учитывающее влияние временной задержки на устойчивость и быстродействие контура. Разработаны имитационные модели на базе апериодического звена и двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, что позволило детально оценить показатели качества переходных процессов при ступенчатом воздействии. Рассмотрен принцип работы предиктивной компенсации, которая за счёт параллельной математической модели объекта формирует опережающую обратную связь, эффективно исключая влияние задержки из характеристического уравнения. Показано, что при росте запаздывания классический ПИД-регулятор вынужденно снижает коэффициент усиления, что приводит к затягиванию переходного процесса и перерегулированию, тогда как структура Смита восстанавливает динамику, близкую к эталонной системе без задержки, и полностью устраняет колебательный характер отклика. Результаты моделирования обосновывают практический выбор структуры управления в зависимости от соотношения постоянных времени объекта и величины транспортного запаздывания.

Ключевые слова: регулятор (предиктор) Смита, ПИД-регулятор, транспортное запаздывание, система автоматического управления (САУ), предиктивное управление, показатели качества.

Транспортное запаздывание в контуре обратной связи принципиально ограничивает быстродействие и запас устойчивости САУ, вызывая колебания. Классический ПИД-регулятор при значительных задержках вынужденно снижает коэффициент усиления, что приводит к вялой реакции системы. Эффективным решением является регулятор Смита (1957 г.), компенсирующий задержку за счёт встроенной математической модели объекта. Алгоритм формирует опережающую обратную связь, вычитая из реального выхода моделированную задержку. При точной модели транспортное запаздывание исключается из характеристического уравнения замкнутого контура, позволяя настраивать регулятор на высокое быстродействие без потери устойчивости. Структурно (Рис. 1) предиктор объединяет основной ПИД-регулятор и параллельную модель, содержащую динамическое звено и элемент чистого запаздывания. Метод обеспечивает эффективное управление процессами с доминирующим запаздыванием, что обусловило его применение в химической, энергетиче-

ской, пищевой промышленности и системах телемеханики.

Для линейной системы с транспортным запаздыванием, охваченной единичной отрицательной обратной связью, передаточная функция замкнутого контура примет следующий вид [1]:

$$\frac{Y(s)}{R(s)}$$

где $Y(s)$ и $R(s)$ – выход и вход системы; $W_c(s)$ – передаточная функция ПИД-регулятора; $W(s)e^{-\tau s}$ – передаточная функция объекта управления [1].

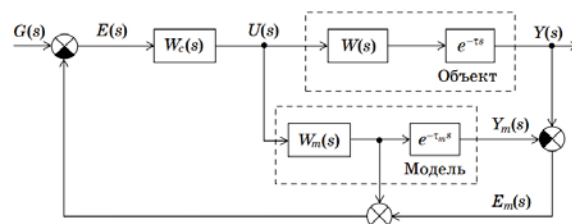


Рисунок 1 – Вариант описания предиктора Смита

Принцип действия предиктора Смита основан на формировании моделью объекта двух параллельных сигналов: мгновенной реакции (без учёта задержки) и прогнозируемого отклика с учётом транспортного запаздывания. Коррекция обратной связи путём вычитания из реального выходного сигнала его модельной оценки эквивалентна исключению члена чистого запаздывания из характеристического уравнения замкнутого контура. Данная особенность позволяет настраивать основной ПИД-регулятор на предельно высокое быстродействие без риска потери устойчивости, поскольку дестабилизирующий фазовый сдвиг, вносимый задержкой, компенсируется в вычислительном контуре предиктора. При условии адекватности математической модели объекта алгоритм обеспечивает эффективное управление процессами с доминирующим транспортным запаздыванием, что обусловило его широкое применение в химической, энергетической и пищевой промышленности, а также в системах телемеханики.

Для всесторонней оценки эффективности сравниваемых структур управления моделирование выполнено при двух значениях транспортного запаздывания: $\tau = 0,5$ с и $\tau = 1,5$ с. Такой диапазон выбран не случайно: значение 0,5 с соответствует режиму, при котором классический ПИД-регулятор ещё сохраняет приемлемые показатели качества, тогда как 1,5 с переводит систему в критическую область, где запаздывание становится доминирующим фактором деградации динамики. Все три конфигурации (эталонная система без задержки, ПИД-регулятор в контуре с запаздыванием и структура Смита) подключены к общему виртуальному осциллографу для одновременной записи переходных процессов при единичном ступенчатом воздействии. Структурные схемы и передаточные функции конфигураций на базе аperiodического звена приведены на Рис. 2. Графики переходных процессов для случая малого запаздывания ($\tau = 0,5$ с) представлены на Рис. 3, а для увеличенного запаздывания ($\tau = 1,5$ с) – на Рис. 4.

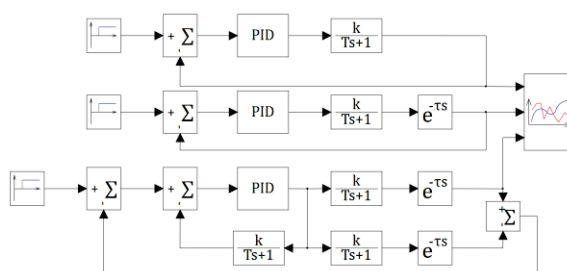


Рисунок 2 – Структурные схемы трех конфигураций системы управления на базе аperiodического звена

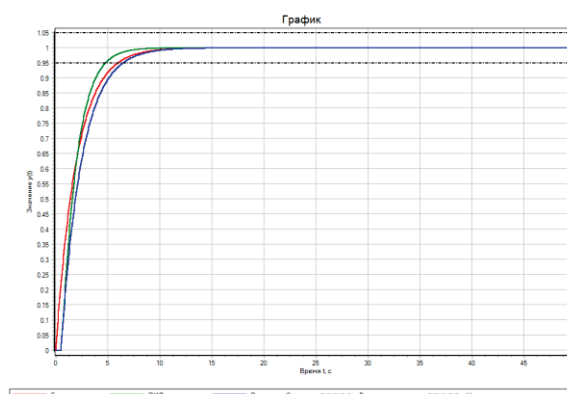


Рисунок 3 – Переходные процессы в системах управления на базе аperiodического звена при единичном ступенчатом воздействии ($\tau = 0,5$ с)

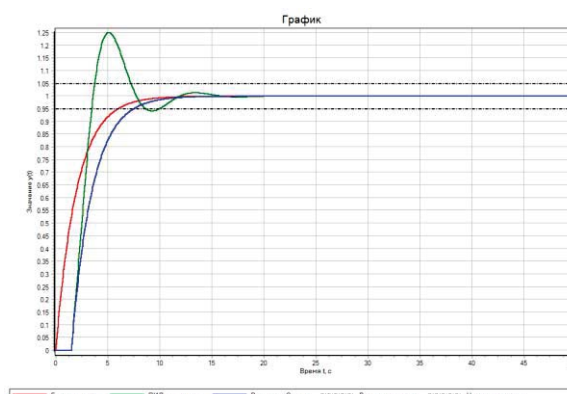


Рисунок 4 – Переходные процессы в системах управления на базе аperiodического звена при единичном ступенчатом воздействии ($\tau = 1,5$ с)

Анализ полученных осциллограмм показывает, что при $\tau = 0,5$ с разница в поведении ПИД-регулятора и предиктора Смита носит умеренный характер: оба алгоритма обеспечивают монотонный переходный процесс, однако структура Смита демонстрирует несколько меньшее время регулирования. При

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА И РЕГУЛЯТОРА СМИТА В СИСТЕМАХ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

увеличении задержки до 1,5 с проявляется фундаментальное ограничение классической схемы. ПИД-регулятор вынужденно снижает коэффициент усиления для сохранения устойчивости, что приводит к затягиванию переходного процесса ($t_{\text{рег}}$ возрастает до 9,94 с) и появлению значительного перерегулирования ($\sigma = 25\%$). В то же время регулятор Смита восстанавливает быстродействие до 7,47 с, приближаясь к эталонному значению 5,97 с, и полностью устраняет колебательную составляющую. Время установления в эталонной системе и в структуре Смита остаётся стабильным (15,0 с), тогда как в ПИД-контуре с задержкой оно сокращается до 13,0 с за счёт более плавного, но затянутого характера затухания колебаний.

Вторым объектом исследования выбрана модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ). Уравнения динамики ДПТ НВ примут следующий вид:

$$\begin{cases} M_{\Sigma} = k \cdot \Phi \cdot i_{\text{я}} \\ J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} = M_{\Sigma} - M_c = M_{\text{дин}} \\ L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} = U_{\text{я}} - i_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}} - e \\ e = k \cdot \Phi \cdot \omega \end{cases}$$

где M_{Σ} – электромагнитный момент (Н·м),
 M_c – момент нагрузки/сопротивления (Н·м),
 J_{Σ} – суммарный момент инерции (кг·м²),
 ω – угловая скорость (рад/с),
 $i_{\text{я}}$ – ток якоря (А),
 $U_{\text{я}}$ – напряжение якоря (В),
 $R_{\text{я}}, L_{\text{я}}$ – сопротивление и индуктивность якоря,
 e – противоЭДС (В),
 Φ – магнитный поток (Вб),
 k – конструктивная постоянная двигателя.

Для упрощения схемы моделирования математическое описание ДПТ НВ объединено в единую блок-субструктуру (Рис. 5), учитывающую электромагнитную и электромеханическую постоянные времени. Транспортное запаздывание введено в канал управления, после чего сформированы передаточные функции трёх исследуемых конфигураций (Рис. 6). Моделирование проведено для $\tau = 0,5$ с и $\tau = 2,5$ с. Переходные процессы при малом запаздывании отражены на Рис. 7, а при увеличенном запаздывании – на Рис. 8.



Рисунок 5 – Структурная схема модели ДПТ НВ

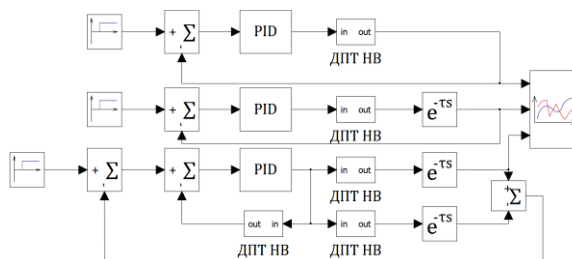


Рисунок 6 – Структурные схемы трех конфигураций системы управления на базе модели ДПТ НВ

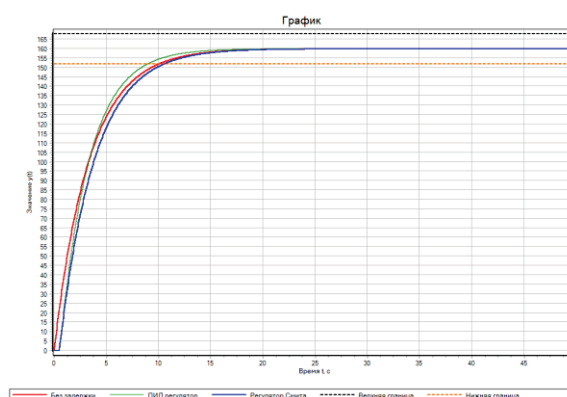


Рисунок 7 – Переходные процессы в системах управления на базе модели ДПТ НВ ($\tau = 0,5$ с)

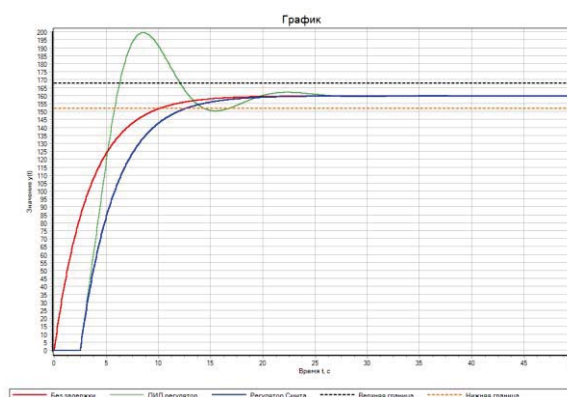


Рисунок 8 – Переходные процессы в системах управления на базе модели ДПТ НВ ($\tau = 2,5$ с)

Результаты моделирования ДПТ НВ полностью подтверждают тенденции, выявленные на апериодическом звене. При $\tau = 0,5$ с все три схемы демонстрируют сопоставимую динамику, что обусловлено малым отношением запаздывания к электромеханической постоянной времени. Однако при $\tau = 2,5$ с влияние чистого запаздывания становится критическим. ПИД-регулятор обеспе-

чивает время регулирования 16,67 с при перерегулировании 25%, а время установления возрастает до 45,8 с, что свидетельствует о выраженной склонности системы к колебаниям и потере быстродействия. Применение регулятора Смита кардинально меняет картину: время регулирования снижается до 12,57 с (на 24% лучше, чем у ПИД-контура), а время установления возвращается к эталонному значению 29,5 с, совпадающему с системой без задержки. При этом колебательный характер отклика полностью подавляется.

Полученные количественные данные наглядно демонстрируют, что предиктивная компенсация эффективно нивелирует дестабилизирующее влияние транспортного запаздывания.

Проведённое исследование подтвердило, что транспортное запаздывание в контуре обратной связи принципиально ограничивает быстродействие и запас устойчивости систем автоматического управления. Классический ПИД-регулятор сохраняет приемлемые показатели лишь при незначительных задержках, тогда как с ростом τ его эффективность резко падает, что проявляется в увеличении перерегулирования, затягивании переходного процесса и склонности к автоколебаниям. Регулятор Смита успешно компенсирует влияние задержки за счёт встроенной математической модели объекта. При адекватной модели алгоритм исключает транспортное запаздывание из характеристического уравнения замкнутого контура, позволяя достичь динамики, близкой к эталонной, и полностью устранить перерегулирование. Результаты моделирования обосновывают практический выбор структуры управления в зависимости от соотношения постоянных времени объекта и величины транспортного запаздывания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бураков М. В., Коновалов А. С. Модификация предиктора Смита для линейного объекта с переменными параметрами // Информационно-управляющие системы – 2017. – С. 25-34.

Стоянова Анастасия Владимировна – студентка НГТУ, Инженер НИЛ ИЭ (Научно-исследовательская лаборатория "Испытания электроприводов"), факультет мехатроники и автоматизации, 1-й курс магистратуры (27.04.04), e-mail: stoyanova.2021@stud.nstu.ru, тел.: +79538888745

Иванов Илья Алексеевич – ассистент, ученый секретарь, Факультет мехатроники и автоматизации, e-mail: i.a.ivanov@corp.nstu.ru, тел.: +79628021221

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ ОВСЯНОЙ ЛУЗГИ

В. М. Иванова, А. В. Капишников

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье выявлены перспективы использования овсяной лузги в качестве альтернативного топлива, рассмотрены преимущества и недостатки, а также произведен сравнительный анализ с бурым углём Раковского месторождения.

Ключевые слова: овсяная лузга, альтернативное топливо, бурый уголь, теплота сгорания, совместное сжигание, летучие вещества, зольность.

В агропромышленном комплексе переработка зерновых культур сопряжена с образованием значительных объёмов вторичных материальных ресурсов, которые не находят должного применения в хозяйственном обороте. Среди отходов одним из наиболее массовых является лузга овса — твёрдый остаток, остающийся после шелушения зерна. Иллюстративный пример организации хранения овсяной лузги в реальных условиях представлен на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 — Пример хранения овсяной лузги



Рисунок 2 — Пример хранения овсяной лузги

Данный вид сырья находит применение в кормопроизводстве путём химической обработки (раствором едкого натра с последующей нейтрализацией) из овсяной лузги получают корм с высокой питательной ценностью. В ряде регионов распространена практика сжигания лузги на сельскохозяйственных землях, что создаёт риски возникновения неконтролируемых пожаров [3]. Очевидно, что указанные способы не позволяют в полной мере утилизировать объёмы лузги, образующиеся на современных зерноперерабатывающих предприятиях.

Невысокая насыпная плотность овсяной лузги усложняет её транспортировку на значительные расстояния. В связи с этим наиболее рациональной представляется утилизация отхода посредством сжигания в котлах малой мощности непосредственно в местах его образования — на предприятиях по переработке зерна. Лузга, отделяемая от зерна на механизированных токах, может рассматриваться в качестве топливного ресурса для локальных теплоисточников. Однако для её эффективного сжигания требуется предварительная подготовка (подсушка, удаление крупных примесей) и использование специализированных топочных устройств (например, котлов с ретортными горелками), рассчитанных на работу с сыпучей биомассой.

Исследования выполнены в испытательной лаборатории топлива АлтГТУ. Подготовка пробы и проведение испытаний осуществлялись по стандартизованным методикам [1, 2]. Результаты испытаний приведены в таблице 1. Оборудование для проведения опыта представлено на рисунках 3, 4, 5.



Рисунок 3 – Калориметрическая установка



Рисунок 4 – Муфельная печь



Рисунок 5 – Высокоточные аналитические весы

Таблица 1 – Физико-химические показатели овсяной лузги

Наименование показателя, обозначение, единица измерения	Результат	Точность (сходимость)
		фактически
Общая влага W_t^r , %	7,7	0,1% абс.
Зольность сухой массы A^d , %	1,5	0,4 % абс.
Зольность рабочей массы A^r , %	1,4	
Выход летучих веществ из сухой беззольной массы V^{daf} , %	76,2	0,3 % отн.
Высшая теплота сгорания сухой беззольной массы Q_s^{daf} , кДж/кг (ккал/кг)	20497 (4896)	$\Delta Q_s^d =$ 81 кДж/кг
Низшая теплота сгорания рабочего топлива Q_i^r , кДж/кг (ккал/кг)	17571 (4197)	
Насыпная плотность (Кг/М³)	282	

Таблица 2 – Физико-химические показатели Раковского бурого угля

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ ОВСЯНОЙ ЛУЗКИ

Бассейн, Месторождение	Марка	Класс или продукт обогащения	Рабочая масса топлива, состав, %						Низшая теплота сгорания	Зольность на сухую массу	Выход летучих	Теплота сгорания по бомбе
			W_t^r	A^r	C^r	H^r	N^r	O^r	Q_i^r , МДж/кг	A^d , %	V^{daf} , %	Q^{daf} , МДж/кг
Раковское	1Б	Р	43.0	14.8	28.9	2.3	0.4	10.3	9.96	26.0	54.0	27.59

Для сравнительного анализа использованы физико-химические показатели бурого угля Раковского месторождения (марка 1Б), представленные в таблице 2.

Сравнительный анализ показывает преимущество исследуемого образца перед углём по ряду показателей. Рабочая влажность лузги (7,7 %) в 5,6 раза ниже угольной (43,0 %), что снижает потери тепла на испарение влаги. Её зольность (1,5 %) в 19,3 раза меньше (28,9 %), что уменьшает потери тепла с физическим теплом шлака. Выход летучих веществ из овсяной шелухи (76,2 %) в 1,4 раза выше (54,0 %), что обеспечивает низкую температуру воспламенения и высокую реакционную способность.

Энергетический потенциал овсяной лузги (17,57 МДж/кг) позволяет рассматривать её как перспективное местное топливо для объектов малой энергетики, однако данного значения недостаточно для самостоятельного обеспечения высоких тепловых нагрузок.

Практическое применение лузги возможно в водогрейных котлах малой мощности с ретортными топками. Такое оборудование широко используется в деревообрабатывающей промышленности для сжигания опилок и щепы и подходит для работы с сыпучей биомассой.

Стабильность горения и редкая необходимость чистки от золы снижают эксплуатационные расходы и сокращают участие персонала.

Таким образом, наиболее рациональное техническое решение — совместное сжигание лузги с бурым углём. Комбинирование позволяет объединить высокую реакционную способность биотоплива с энергетической стабильностью угля, а также снизить выбросы оксидов серы и объём золы по сравнению с использованием чистого угля. Кроме того, включение овсяной лузги в состав смесового топлива позволяет устранить исходную проблему утилизации отходов: побочный продукт

переработки зерна, ранее не имевший системного применения, перестаёт рассматриваться как низколиквидное сырьё и приобретает статус полноценного энергетического ресурса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков Е.Б., Меняев К.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физико-химические свойства и подготовка к сжиганию органических топлив» для студентов направления 141100 «Энергетическое машиностроение». — Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2013. — 60 с.
2. Меняев К.В. Методы испытания углей : учебное пособие. — Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. — 63 с.
3. Котельная на лузге: как отходы превратить в доходы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sibpromenergo.ru/boiler/netradichionniy-vid-topлива/kotelnaiya-na-luzge.html> (дата обращения: 01.04.2026).
4. Фурсов И.Д. Конструирование и тепловой расчет паровых котлов : учебное пособие. — 4-е изд., перераб. и доп. — Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2017. — 297 с.

Иванова Вероника Максимовна — студент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: nica2005@mail.ru, тел.: 8 (905)-985-57-07.

Капишников Артём Витальевич — аспирант группы ОФУА-12, старший преподаватель кафедры «Котло- и реакторостроение» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: timonzarj@yandex.ru, тел.: 8 (923)-164-44-46.

АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ: ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО КУЛЬТУРНОГО КОДА

Д. В. Артеменко, М. М. Диндиенко

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье представлена архитектурная концепция горнолыжного комплекса на склоне горы Кокуя (Телецкое озеро, Республика Алтай). Проект объединяет рекреационную функцию, бережное отношение к природе объекта ЮНЕСКО [4, 5] и глубокую семантику телеутской культуры [1, 2]. Главный образ — «драгоценность, вправленная в горный склон» — раскрывается через дугообразную форму здания, цилиндрическую доминанту со стеклянным аилом и гиперболоидной башней [8, 9], волнообразные ограждения из золотого металла и матового стекла, а также трёхуровневый ландшафтный парк-набережную с вырезанными проёмами для существующих деревьев. Ночная световая концепция основана на мягком тёплом свечении, превращающем комплекс в «дышащий маяк» на фоне гор.

Ключевые слова: горнолыжный комплекс, Телецкое озеро, Алтын-Кель, телеутская культура, красный орнамент, стеклянный аил, гиперболоидная башня, эксплуатируемая кровля, парк-набережная, этно-архитектура, терренкур, золотая волна.

1. Актуальность

За последние пять лет внутренний туризм в России совершил качественный скачок: горнолыжные курорты фиксируют ежегодный рост потока на 8–10%. Республика Алтай, обладающая уникальными природными ландшафтами и богатейшим этнокультурным наследием, до сих пор не имела современного горнолыжного комплекса европейского уровня. Существующие трассы на горе Кокуя (северо-восточный берег Телецкого озера) привлекают подготовленных райдеров, но инфраструктура остаётся минимальной — нет комфортного размещения, общественного питания, проката и сервиса для семей с детьми.

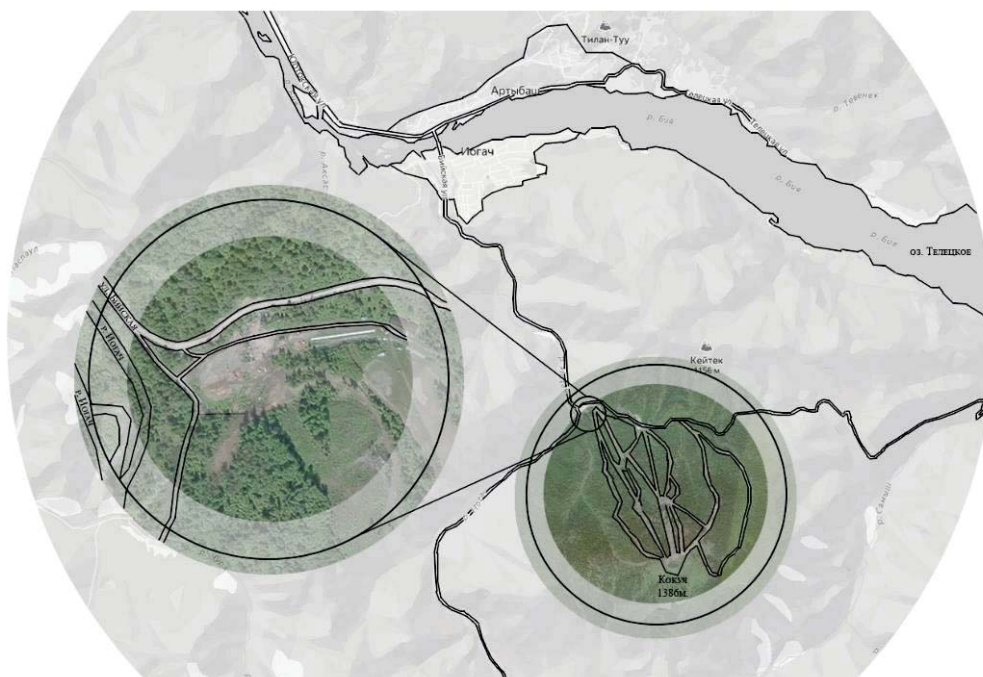


Рисунок 1 – Ситуационный план

АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ: ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО КУЛЬТУРНОГО КОДА

Для полноценного развития туристического направления Горного Алтая такого комплекса сегодня критически не хватает. Туристический поток в регион растёт, но значительная часть гостей уходит в соседние территории — Шерегеш (Кемеровская область) или строящийся курорт Манжерок. Телецкое озеро, объект Всемирного наследия ЮНЕСКО [4, 5, 6], остаётся точкой однодневного посещения, а не местом для недельного активного отдыха. Без современной горнолыжной и круглогодичной рекреационной инфраструктуры Алтай рискует упустить растущий спрос на внутренний туризм.

Запроектированный комплекс призван стать точкой притяжения — не только для лыжников и сноубордистов, но и для этнотуристов, семей с детьми, корпоративных клиентов. Его уникальность — в одновременном решении трёх задач: создание круглогодичного курорта, сохранение хрупкой экосистемы объекта ЮНЕСКО [7] и актуализация культурного кода телеутов — коренного малочисленного народа, чьи традиции сегодня требуют бережного возрождения [1, 2]. Таким образом, проект закрывает системную брешь в туристической карте Республики Алтай и задаёт новый стандарт для региона.

2. Место и контекст: гора Кокуя, Алтын-Кёль, реликтовая тайга

Участок проектирования расположен на юго-западном склоне горы Кокуя (высота до 800 м над уровнем озера), в 3 км от посёлка

Артыбаш. Склон обращён к Телецкому озеру, древнее название которого — Алтын-Кёль («Золотое озеро»). Это имя стало отправной точкой для цветовой и пластической концепции: золото появляется в ограждении «золотая волна», в отблесках заката на гиперболической башне и в интерьерных акцентах. Лесистый склон покрыт кедром, пихтой, берёзой; на территории произрастают деревья возрастом до 200 лет. Инженерно-геологические изыскания показали необходимость минимального нарушения грунта и сохранения корневых систем — отсюда решение поднять здание на сваях и колоннах, а первый (нижний) уровень парка-набережной сделать «парящим» с вырезанными проёмами для существующих стволов 3. Концептуальная идея: «Где традиции встречаются с современностью»

Девиз проекта стал его архитектурной философией. Телеутская культура, с её геометрическим орнаментом (треугольники — горы, зигзаги — реки, ромбы — солнце и защита), красным цветом жизни и огня, сакральным отношением к дереву и духам-хранителям [2, 3], переосмыслена через язык современной архитектуры: стальные гиперboloиды [8, 9], стекло, фиброцементные панели с текстурой коры. Комплекс не стилизует фольклор, а встраивает его генетический код в пространство. Гость с порога погружается в алтайский миф, оставаясь в привычном формате европейского уровня.



Рисунок 2 – Горнолыжный комплекс на Телецком озере

4. Объёмно-пространственное решение: дуга, цилиндр и «драгоценность» на склоне

В плане здание повторяет мягкую дугу, обращённую выпуклой стороной к горе. По внешнему краю дуги на всех уровнях расположены угловые выступы, создающие ритмичную «зубчатую» тень и визуально разбивающие длинный фасад. К левой половине дуги, точно на её середине, примыкает цилиндрический объём — вертикальное ядро комплекса. На его эксплуатируемой кровле-террасе (единая плоскость, расположенная над гостиничными этажами) установлены стеклянный аил и оплетающая его гиперболоидная башня из стальных дугообразных балок [8, 9, 11]. Аил — прозрачный куб с минимальными связями, парящий над тайгой;

внутри — камерное пространство для чайных церемоний, медитаций и звёздных наблюдений. Вокруг аила и башни организован свободный круговой проход по тропе на кровле. Башня не имеет ни одной прямой линии: её балки закручиваются по спирали, напоминая тянущийся к свету ствол древнего дерева. При закате они вспыхивают огненно-золотым — тогда весь ансамбль читается как «столб пламени, вырастающий из дерева», священный огонь телеутских легенд. Такой силуэт — дуга с выступами и вертикальная доминанта — в пелене тумана или при косом солнце превращает комплекс в оправленную драгоценность: здание словно самоцвет, который горы бережно удерживают в складках.



Рисунок 3 - Горнолыжный комплекс на Телецком озере

5. Ограждения кровли: золотая волна и матовое стекло

Ограждение эксплуатируемой кровли-террасы по периметру представлено как непрерывная волнообразная линия — метафора ряби на Телецком озере и зигзагообразных узоров телеутской вышивки [2]. На участке, прилегающем к цилиндрическому объёму (примерно треть длины), использован анодированный под золото алюминий — «золотая волна», прямая отсылка к Алтын-Кёлю. Остальная часть ограждения выполнена из матового (мутного) стекла, также волной, как продолжение золотого мотива. Матовая фактура символизирует утренний туман, сползающий с гор; стекло не конкурирует с пейза-

жем, а мягко отражает его. Такое решение объединяет террасу в единый пластический поток, связывая рукотворное и природное.

6. Фасады, остекление и входная группа: свет, тень и наклон деревьев

Фасады гостиничной части и общественных зон решены с преобладанием сплошного остекления — панорамные окна открывают вид на горы и уникальный лес. Исключение — этажи с номерами: здесь вместо сплошного остекления предусмотрены балконы с небольшими индивидуальными окнами, обеспечивающими приватность и энергоэффективность. Чередование открытых и закрытых плоскостей создаёт выразительный ритм,

АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ: ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО КУЛЬТУРНОГО КОДА

контрастирующий с гладкими зеркалами лобби и ресторана.

Декоративный акцент — крупные фиброцементные панели с текстурой коры, на которых нанесён красный геометрический орнамент. Красный цвет в телеутской культуре — жизнь, огонь, защита, сила; он украшал шаманские одежды, свадебные ковры, берестяные жилища [3]. Орнамент «светится» днём и приглушённо подсвечивается ночью, становясь оберегом для гостей.

Входная группа — навес с эффектом «притопленности», создаваемым нависающим козырьком. Колонны наклонены: часть

внутри, часть наружу — приём, заимствованный у горных деревьев, которые растут не строго вертикально, а подчиняются рельефу. Динамичный, «дышащий» портал служит переходом от дикой природы к рукотворному интерьеру.

7. Ландшафтная интеграция: парк-набережная, три уровня и проёмы для деревьев

Комплекс встроен в склон не простой лестницей, а трёхуровневым ландшафтным парком-набережной.



Рисунок 4 – Горнолыжный комплекс на Телецком озере

- Первый (нижний) уровень — парк на сваях, буквально «парящий» над землёй. В его плите вырезаны отверстия-колодцы для уже растущих здесь кедров и пихт, что позволило сохранить все деревья без вырубки. Здесь размещены: крытая парковка, траволатор (горизонтальный эскалатор) и пешеходный тоннель, ведущий во внутренний двор дуги, а также начало терренкура к озеру Телецкое для любителей пеших и велосипедных прогулок.

- Второй уровень — поднят над парковкой, на него ведёт автомобильный заезд. Здесь расположены: автобусная остановка, въезд в крытый parking, парк-набережная, а также три треугольных входа в здание (выступающие из фасада призмы). Треугольники — отсылка к горам и традиционной крыше телеутского айла [3]. На этом

уровне можно пройти к горнолыжному подъёмнику и к нижнему парку по лестнице.

- Третий уровень — собственно эксплуатируемая кровля-терраса, описанная выше. Она соединена со вторым уровнем двумя пешеходными мостами на опорах, стилизованных под стволы деревьев. Мосты перекинуты через внутренний двор, открывая вид на подъёмники и гору. Ограждения мостов повторяют волнообразный мотив (золотая волна у цилиндра, матовое стекло на остальных пролётах).

На первом уровне, среди сохранённых деревьев, расположены юрты-кафе и небольшие магазины сувениров, стилизованные под берестяные жилища [1, 3]. Они образуют «деревню» — автономную зону, отдельный центр притяжения, открытый для всех жителей и гостей без необходимости посещать основную инфраструктуру комплекса. Такое

решение делает «деревню» привлекательной не только для туристов, но и для местных жителей, превращая парк-набережную в значимый элемент общественной жизни Телецкого озера.

8. Световая концепция: тёплый «дышащий» маяк

В вечернее и ночное время комплекс не превращается в агрессивный рекламный щит. Запроектирована система мягкого освещения без холодных оттенков и резких границ. Здание светится как целостное тело: от золотистых переливов у основания до приглушённо-

го золота на башне. Гиперboloидная башня мерцает с пульсацией, имитирующей живое пламя [8, 11]; стеклянный аил залит ровным янтарным светом; волнообразные ограждения мягко подсвечены по всей длине. Парк и мосты освещены низкими опорами с рассеянным излучением, кроны деревьев слегка подсвечены снизу. В результате комплекс читается на фоне тёмной горы и леса не прожектором, а живым, тёплым ориентиром, не нарушающим тишину природы.

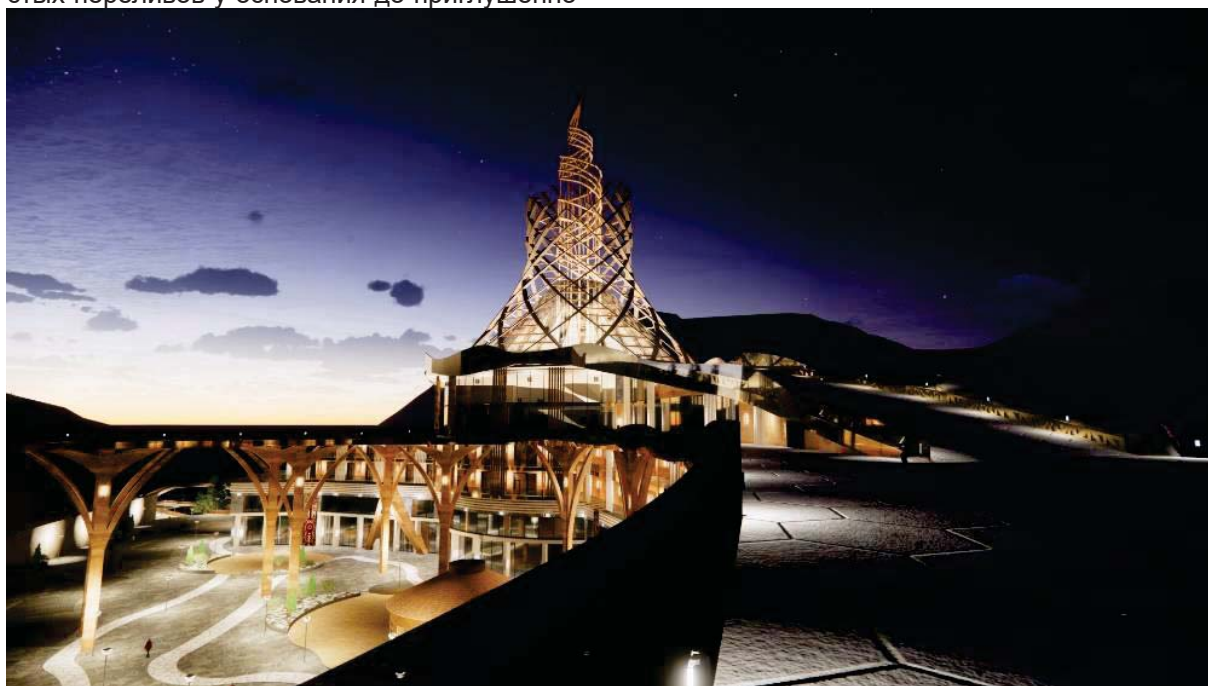


Рисунок 5 – Горнолыжный комплекс на Телецком озере

9. Интерьеры и символика: современная юрта, красный цвет, число семь

Внутренние пространства развивают этно-тему без прямой стилизации [2, 3]. Лобби-холл двойной высоты — с панорамным остеклением на гору. В центре — деревянная скульптура «Дух-хранитель гор», повторяющая гиперboloидную форму башни в миниатюре [9, 11]. Стойка ресепшн стилизована под телеутский сундук с медными накладками. Кафе и зона отдыха решены как «современная юрта»: кожаные кресла на гнутых каркасах, столы из массива кедра, текстиль с ромбовидным узором. Спа-центр «Дух гор» включает баню по-телеутски с каменной печью, бассейн с мозаикой «золотая волна» и зону релаксации под звуки шаманских мелодий и природных шумов.

Сакральное для телеутов число 7 пронизывает интерьеры: группы из семи светильников, семь ступеней, семь декоративных панно. Это не бросается в глаза, но создаёт подсознательный гармоничный порядок. Цветовая гамма — природные оттенки (серый гранит, тёплый кедр, бежевый камень) с акцентами в красном (жизнь) и золотом (Алтын-Кель).

10. Уникальные преимущества и перспективы

Предложенная концепция обладает набором конкурентных отличий, отсутствующих у существующих российских горнолыжных курортов:

- Архитектурный бренд — стеклянный аил, обвитый гиперboloидной башней-спиралью [8, 9], узнаваемый на фотографиях и в соцсетях, работающий как символ Алтая.

АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ: ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО КУЛЬТУРНОГО КОДА

- Этническая подлинность — красный орнамент с верифицированной семантикой [1, 2], опоры-деревья, юрты-кафе, «совет старейшин» в конференц-зале.

- Интеграция экологии и архитектуры — сохранение каждого дерева через отверстия в плите парка, минимальное земляное вмешательство [4, 6]. Круглогодичность — летом работают парка-набережная, смотровые площадки, мосты, аил и террасы; зимой — горнолыжные трассы и подъёмники. Ночная идентичность — комплекс превращается в «золотой кристалл» [11], привлекая гостей вечерними прогулками и фотосессиями.

- Масштаб и ёмкость комплекса:

- Общая территория проекта (включая горнолыжные трассы) — около 600 гектаров.

- Протяжённость горнолыжных трасс — от 18 до 25 километров.

- Площадь застройки — 5 800 м².

- Площадь парка-набережной с проезжей частью — 24 000 м².

- Площадь парковок — 6 500 м². Номерной фонд комплекса составляет 104 номера различной категории (от стандарта на 2 человек до президентских апартаментов), рассчитанных на одновременное размещение около 300 гостей, что обеспечивает комфортную загрузку горнолыжных трасс и инфраструктуру без образования очередей.

Такие параметры позволяют комплексу принимать значительный туристический поток, не создавая ощущения перегруженности, и обеспечивают комфортное пребывание как для гостей курорта, так и для местных жителей.

Заключение

Горнолыжный комплекс на горе Кокуя — это не просто очередной курорт, а культурно-ландшафтный феномен. Он доказывает, что архитектура может быть современной и при этом глубоко традиционной [1, 2], может быть зрелищной и при этом ненавязчивой, может быть коммерчески успешной и при этом бережной к природе [4, 5, 7]. Стекланный аил,

золотая волна, парк с проёмами для деревьев, наклонные колонны и тёплый ночной свет — все эти элементы сплетаются в единый рассказ. Рассказ о том, что традиции живут не в музеях, а в остеклённых павильонах, парящих над кедрами, и что встреча современности и древней культуры может быть красивой. Именно так — «Где традиции встречаются с современностью».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функ Д.А. Los Teleutas / Teleutlar / Телеуты. — Toledo: Fundación Carmen Arnau Muro, 2017. — 164 с.
2. Тоцакова Е.М. Традиционные черты народной культуры телеутов // Этнография народов Алтая и Западной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1978. — С. 91–96.
3. Телеуты. Поселения и жилища // Арктическая энциклопедия. — 2020.
4. Алтайский биосферный заповедник: объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО // Живописная Россия. — 2016. — № 1.
5. Щигрева С. Заповедь без границ // Живописная Россия. — 2019. — № 2.
6. Алтайский биосферный заповедник. Официальный сайт. — Режим доступа: www.altzapoved.ru.
7. Материалы круглого стола «Телецкое озеро – проблемы и перспективы развития... на акватории объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО» / Исполком ОНФ Республики Алтай. — 2017.
8. Уразаев А.К., Дияб В., Нашер М.Х.А., Увайс М.М.А. Применение геометрии гиперболического вращения в строительстве на примере башни Шухова // Инженерный вестник Дона. — 2025. — № 7.
9. Грефе Р., Гаппов М., Перчи О. (ред.) В.Г. Шухов (1853–1939). Искусство конструкции / Пер. с нем. — М.: Мир, 1995. — 192 с.
10. Желева-Мартинс Д.И., Ташева С.Б. Универсальные конструкции В.Г. Шухова в предметном индустриальном дизайне // Дизайн. Искусство. Промышленность. — 2014. — № 1.
11. Смурова Н.А. Роль Шухова в формировании новой эстетики в архитектуре России конца XIX – начала XX вв. // В.Г. Шухов (1853–1939). Искусство конструкции. — М.: Мир, 1995. — С. 165.

ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ ЛАГЕРЬ ДЛЯ ДЕТЕЙ В ЗМЕИНОГОРСКОМ РАЙОНЕ (ОСНОВНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ)

Л. Р. Байрамова, С. Ю.Таталюк, Т. М. Поползина, М. П. Диндиенко
Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Статья посвящена разработке архитектурной концепции детского профориентационного лагеря в Змеиногорском районе Алтайского края. В работе рассматриваются архитектурно-планировочные решения Сценического центра с открытым амфитеатром и Культурно-информационного центра, а также принципы функционального зонирования территории, организации образовательных кластеров и формирования единой архитектурной среды, связанной с природным ландшафтом озера Колыванского.

Проект направлен на раскрытие детских талантов, их всестороннее развитие, а также на повышение туристической и образовательной привлекательности региона.

Ключевые слова: профориентационный лагерь, детская архитектура, образовательная среда, архитектурная концепция, Змеиногорский район, Алтайский край

Введение

В современных условиях возрастает значимость специализированных образовательных пространств, ориентированных на раннюю профориентацию детей. Профориентационный лагерь представляет собой многофункциональную среду, объединяющую обучение, отдых и развитие и способствующую формированию профессиональных интересов и навыков.

Проблематика

В Алтайском крае ощущается дефицит современных детских лагерей, соответствующих актуальным требованиям. Большинство существующих объектов имеют устаревшую инфраструктуру и не обеспечивают необходимых условий для качественного отдыха и образовательной деятельности. В то же время современные лагеря преимущественно сосредоточены на юге России, что ограничивает доступ детей Алтайского края к качественному отдыху и развитию.

Актуальность

В связи с этим разработан проект детского профориентационного лагеря, направленный на создание современной архитектурной среды для обучения, творчества и осознанного выбора будущей профессии. На выбранной территории ранее был детский лагерь, но его инфраструктура устарела. При этом место обладает идеальными природными условиями и удобным расположением.

Анализ территории проектирования

Территория проектируемого лагеря расположена в Змеиногорском районе Алтайско-

го края, на берегу озера Колыванское (рисунок 1). Озеро является уникальным природным объектом региона и включено в перечень чудес России [1].

Ландшафт территории формируется сочетанием водной поверхности и гранитных скальных образований, расположенных вдоль береговой линии и обладающих выразительными природными формами (рисунки 2–5). В акватории озера произрастает редкое растение — чилим, занесённое в Красную книгу, форма которого стала важным образным источником проектирования [2].



Рисунок 1 – Схема ситуационного плана

Благодаря предгорному расположению и близости водоёма формируется благоприятный микроклимат: тёплое лето и умеренно холодная снежная зима создают комфортные

АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ: ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО КУЛЬТУРНОГО КОДА

условия для круглогодичного использования территории.

Таким образом, выбранный участок обладает высоким потенциалом для формирования современного образовательного и рекреационного комплекса, объединяющего природу, культуру и развитие.

Концепция и архитектурные решения

Архитектурная концепция проекта основана на трех взаимосвязанных аспектах: социальном, образном и образовательном.

Социальная значимость проекта обусловлена необходимостью создания современного круглогодичного лагеря, доступного для детей всего Алтайского края.

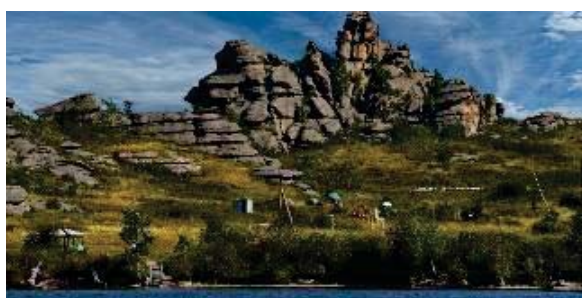


Рисунок 2 – Фото местности вид 1



Рисунок 3 – Фото местности вид 2



Рисунок 4 – Фото местности вид 3

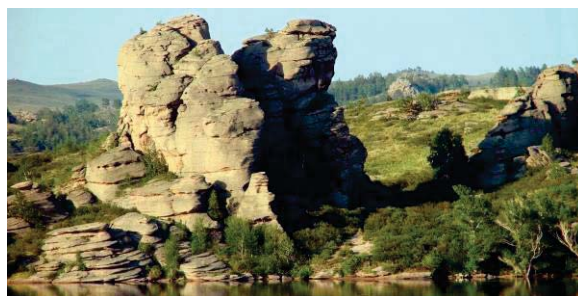


Рисунок 5 – Фото местности вид 4

Образной основой проекта стал водный орех чилим. Его форма с четырьмя рогами легла в основу композиционной структуры комплекса: четыре функциональные зоны расходятся от единого общественного центра. Архитектурный образ также вдохновлен гранитными скалами озера Колыванского, определяющими пластику зданий, их фактуру и выбор природных материалов.

Образовательная концепция включает четыре направления профориентации: творческое, спортивное, техническое и природно-биологическое. Каждое из них способствует развитию инициативности, ответственности, критического мышления и умения работать в команде.

Таким образом, лагерь представляет собой целостную архитектурно-образовательную среду, объединяющую природу, современную педагогику и функциональную организацию пространства.

Проектируемый детский профориентационный лагерь размещается на территории площадью 50 га, из которых около 25 га подлежат освоению, что позволяет сохранить значительную часть природного ландшафта озера Колыванского.

Генеральный план основан на образе водного ореха чилима, ставшего символом архитектурной концепции. Центральная общественная зона интерпретируется как «ядро», а четыре тематических кластера, соответствующие творческому, спортивному, техническому и природно-биологическому направлениям, формируют «лепестки», расходящиеся от общего центра (рисунок 6). Въезд на территорию организован со стороны региональной автомобильной дороги. Во входной зоне размещены контрольно-пропускной пункт, администрация и медицинский блок. Рядом расположена хозяйственная зона с отдельным въездом, что позволяет разделить хозяйственные и детские потоки.

Композиционным и функциональным центром лагеря является главная площадь, вокруг которой сосредоточены основные об-

щественно-образовательные объекты: столовая, Сценический центр и Культурно-информационный центр. Площадь служит местом проведения обще лагерных мероприятий и объединяет все функциональные зоны комплекса.

Сценический центр

Данный объект является одним из основных общественно-образовательных объектов детского профориентационного лагеря

и расположен на центральной площади комплекса (рисунок 7). Здание предназначено для реализации театрального направления и включает открытый амфитеатр, учебные аудитории, кабинеты актёрского мастерства и сценической речи, репетиционные залы, малую сцену, лекционные пространства, а также вспомогательные и технические помещения.



Рисунок 6 – Генеральный план лагеря

Объемно-планировочная структура здания основана на криволинейной композиции, формирующей пластичное и частично замкнутое пространство. Композиционным ядром является полукруглый амфитеатр, вокруг которого организованы основные функциональные связи. На первом уровне размещены учебные и репетиционные помещения, на втором уровне расположены преподавательские кабинеты и дополнительные аудитории, а верхний уровень включает рекреационные пространства и участки эксплуатируемой кровли. Внутренние пространства объедине-

ны открытыми галереями, лестницами и двусветными зонами.

Культурно-информационный центр

Здание объединяет актовый зал на 300 мест, библиотеку с медиазоной и лекционно-читальным пространством, а также артистические, вспомогательные и технические помещения. Здесь проводятся концерты, театральные постановки, лекции, встречи и самостоятельная работа детей.

Архитектурный образ Сценического центра вдохновлен природным ландшафтом озера Колыванского. Плавные линии кровли и

АРХИТЕКТУРНЫЙ СИМВОЛ АЛТАЯ: ГОРНОЛЫЖНЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ. КОНЦЕПЦИЯ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ И ТЕЛЕУТСКОГО КУЛЬТУРНОГО КОДА

фасадов напоминают очертания гранитных скал и береговых уступов, а ступенчатая композиция объемов отражает внутреннюю структуру здания. Фасады сочетают арочные и круглые окна, вертикальные витражи, перфорированные панели и декоративные встав-

ки. В отделке используются светлая штукатурка, дерево и цветовые акценты в терракотовых, зеленых, синих и желтых тонах. Эксплуатируемая кровля и интегрированные игровые элементы превращают архитектуру в часть образовательной среды.



Рисунок 7 – Сценический центр.

Объемно-планировочная структура центра состоит из четырех функциональных блоков: общественного, библиотечного, зрительного и артистического. Композиционным ядром служит двусветный центральный холл, обеспечивающий распределение потоков и естественное освещение. На первом уровне размещены основные общественные пространства, на втором уровне расположены рекреационные зоны и вход в зрительный зал с верхней отметки, а наиболее высокий объем актового зала формирует композиционную доминанту здания.

Архитектурный образ Культурно-информационного центра основан на интер-

претации слоистой структуры гранитных скал озера Колыванского. Чередование объемов различной высоты создает выразительный силуэт и отражает внутреннюю функциональную организацию. Главный фасад акцентирован крупными арочными элементами, напоминающими природные проемы в скалах (рисунок 8). В отделке применяются светлая штукатурка, дерево и стекло, дополненные цветовыми акцентами в терракотовых, зеленых, синих и желтых тонах. Такое решение подчеркивает связь здания с природным контекстом и общей концепцией лагеря.



Рисунок 8 – Культурно-информационный центр.

Каждый тематический кластер включает специализированные учебные корпуса, локальный амфитеатр и жилые корпуса различной вместимости, что обеспечивает тесную связь между проживанием, обучением и досугом.

Прибрежная часть территории отведена под рекреационную зону с прогулочной набережной, пляжами и местами тихого отдыха. Дополнительно предусмотрена кольцевая спортивная дорожка для бега, велосипедного и самокатного движения.

Таким образом, архитектурно-планировочное решение комплекса формирует целостную образовательную среду, в которой генеральный план, объемная композиция зданий и природные образы объединяются в единую систему, способствующую развитию, творчеству и профессиональному самоопределению детей.

Заключение

Проект детского профорientационного лагеря в Змеиногорском районе представляет собой современный образовательный и ре-

креационный комплекс, объединяющий природные мотивы, архитектурную выразительность и продуманную функциональную организацию (рисунок 9).

Созданная среда способствует развитию творческих способностей, профессионально-

му самоопределению и формированию устойчивой связи детей с природой и культурным наследием Алтайского края.



Рисунок 9 – Визуализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колыванское озеро [Электронный ресурс]. – Весь Алтай / АКУНБ им. В.Я. Шишкова [сайт]. – URL: <https://altlib.ru/territorii/zmeinogorskiy-rayon/kolyivanskoe-ozero/> (дата обращения: 22.07.2026).
2. Чилим – загадка Колыванского озера [Электронный ресурс]. – Весь Алтай / АКУНБ им. В.Я. Шишкова [сайт]. – URL: <https://altlib.ru/chilim-zagadka-kolyivanskogo-ozera/> (дата обращения: 22.07.2026).
3. Старые и без интернета. Почему детские лагеря на Алтае вымирают и как их планируют спасать? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.amic.ru/news/obshchestvo/starye-i-bez-interneta-pochemu-detskie-lagerya-na-altae-vymirayut-i-kak-ih-planiruyut-spasat> (дата обращения: 22.07.2026).

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ЮБИЛЕЙНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОБЫТИЙНОГО МЕРОПРИЯТИЯ К 100-ЛЕТИЮ ЕКАТЕРИНЫ САВИНОВОЙ

В.С. Горбунова, Ю.В. Раменская

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова,
г. Барнаул

В статье рассматривается комплексный процесс по разработке идентификации, представляющей систему визуальных элементов, объединенных общей концепцией, создающих уникальный и узнаваемый образ Савиновой Екатерины Федоровны. В статье представлен краткий анализ аналогов зарубежного и отечественного опыта в разработке айдентики. Более подробно описан поэтапный процесс разработки комплекса идентификации событийного мероприятия, включающий в себя основные элементы, стилеобразующие модули, обеспечивающие целостное визуальное восприятие во всех точках контакта.

Ключевые слова: Савинова Екатерина Федоровна, 100 лет, заслуженная артистка РСФСР, графический дизайн, дизайн-проект, дизайн-концепция, эмблема, графический язык, рекламная и полиграфическая продукция.

На основе не прекращающей свое развитие индустрии кино в прошлом настоящем и будущем появляются артисты покоряющие сердца зрителей, какой и является артистка Савинова Екатерина Федоровна. Заслуженная артистка РСФСР, уроженка Алтайского края, покорила зрителей своей уникальностью, талантом и харизмой [1, с. 5]. В этом году Министерство культуры Алтайского края запланировало проводить массу мероприятий, посвященных вековому юбилею артистки, для которых необходимо разработать комплексную идентификацию, которая будет использоваться в рекламных акциях различных событий.

Целью исследования является поиск принципов разработки комплексной визуализации событийных мероприятий.

Объект исследования комплексная идентификация

Предмет исследования принципы и приемы разработки визуализации событийных мероприятий.

Целевой аудиторией предстоящего события являются люди от сорока и более лет, интересующиеся историей и творческим вкладом актрисы в кинематографе. Также к ее поклонникам можно отнести любителей советского кино и тех, кто интересуется историей кинематографа и биографиями известных актеров, включая их творческий путь,

личную жизнь и трагические обстоятельства, которые повлияли на их судьбу.

Приступая к предпроектному анализу в первую очередь необходимо изучить назначение и терминологию таких понятий, как фирменный стиль и коммуникативный дизайн. Уже многие исследователи на тему комплексной идентификации написали достаточно трудов. Как пишет в своей монографии «Бренд в графическом дизайне: концептуализация, визуализация, идентификация» Т.О. Габриелян: «Информационность является основным коммуникативным средством графического дизайна: графический дизайн имеет дело с миром информации, которой придает визуальную форму. Информационность определяет прагматический, целенаправленный характер коммуникации с потребителем. Визуальный коммуникатор (графический дизайнер) подготавливает сообщение и передает его посредством различных каналов связи другому коммуникатору — потребителю. В контексте графического дизайна основным каналом связи является бумага, которая используется для создания различных коммуникативных печатных продуктов, пригодных для удобного восприятия передаваемой информации: книга, газеты, журналы, плакаты и его разновидности, флаеры, брошюры, каталоги, визитные карточки, календари, годовые отчеты, инструкции и др.» [3, стр. 95]. «Комплексная идентификация в графическом дизайне

— это система визуальных элементов, объединенных общей концепцией, которые создают уникальный и узнаваемый образ какой-либо организации, продукта или события. Она включает в себя основные константы (графический знак, логотип, шрифты, цветовую палитру) и дополнительные элементы (графику, стилиобразующие модули), обеспечивающие целостное визуальное восприятие во всех точках контакта. Основные понятия и принципы комплексной идентификации заключаются в системном подходе и единообразии всех компонентов для формирования устойчивого восприятия и эмоциональной связи с аудиторией» [2, стр. 4]. Изучив назначение и терминологию комплексной айдентики, можно вычленил более узкое понятие идентификации: «Фирменный стиль — это комплекс всех графических, цветовых, текстовых и других компонентов, которые имеют общую концепцию и помогают клиенту узнавать товары бренда среди остальных компаний» [4, стр. 33].

Перед началом работы над поиском визуализации к событийному мероприятию, посвященному 100-летию Савиновой Екатерины Федоровны, был проведен анализ аналогов зарубежного и отечественного опыта, в которых раскрывается айдентика, представленная через целостные и понятные образы. На основе анализа различных юбилейных мероприятий были выявлены главные принципы идентификации: уникальный и узнаваемый образ, определенно продуманная цветовая палитра, гармоничная композиция сувенирной и полиграфической продукции, передача характера.

Одной из главных подчеркнутых особенностей в создании эмблем и юбилейных знаков — графическое преобразование портрета реального образа того или иного деятеля. В процессе стилизации портрета выявляются свет и тень фотоизображения и убираются полутона, таким образом, появляется знаковое графическое изображение, сохраняющее характерные портретные черты человека. Контраст между цветами черным и белым делают изображение легкоузнаваемым независимо от формата или печати. Цветовая палитра каждого проекта символизирует уникальную идею и передаваемый смысл.

На примере знаменитого портрета Эрнесто Че Гевары цветовая палитра которого представляет классическое сочетание. Красный символизирует революцию, страсть, кровь и энергию. Черный придает образу строгость, решительность и бескомпромиссность. Такая палитра обладает максимальной

визуальной агрессией и мгновенно привлекает внимание, что критически важно для плакатного искусства.



Рисунок 1 – Портретный образ

После анализа представленных аналогов началась работа над разработкой графического знака к мероприятию. Прочитав биографию и ознакомившись с фильмографией актрисы, было принято решение сосредоточиться на более сюжетном формате, который будет отображать знак. Разрабатывая эмблему, было решено для большей узнаваемости актрисы, воссоздать ее портретный образ с графическим преобразованием, каким он был на советских киноафишах. Сосредоточившись на создании эмблемы, за основу была взята знаменитая кинокартина «Приходите завтра...», в которой Савинова сыграла главную роль Фроси Бурлаковой с графическим преобразованием советской киноафиши (рис.1). Эмблема состоит из композиции графического портрета актрисы и шрифтовой фразы, расположенной по диагонали, что создает впечатление полета и раскрывает тем самым заданную метафору проекта, берущую свое начало из концепции всего проекта. Концепция проекта заключается в олицетворении ее стремительного пути в киноиндустрию, резкого взлета и трагического ухода, метафорой проекта является «комета».

Следующим шагом разработки стал поиск шрифтовых гарнитур и создание шрифтовых композиций, являющихся неотъемлемой

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ЮБИЛЕЙНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОБЫТИЙНОГО МЕРОПРИЯТИЯ К 100-
ЛЕТИЮ ЕКАТЕРИНЫ САВИНОВОЙ

частью каждого проекта. Его подбор или разработка — важный этап, который помогает передать суть проекта. С его помощью происходит оформление текста и визуальное распределение иерархии. В проекте было решено уйти от стандартных шрифтовых гарнитур в сторону разработки уникального леттеринга, прототипом для создания рисованных графем стали те же советские афиши.

В ходе просмотра аналогов различных афиш и плакатов, советского периода, была проанализирована структура нарисованных графем и их уникальность, отличающаяся от шрифтовых гарнитур современности. В эмблеме юбилейного мероприятия создана шрифтовая композиция, состоящая из двух начертаний. Одной из них выступил разработанный уникальный шрифт. Знак так же состоит из двух шрифтовых начертаний. Один передает эпоху того времени, а второй представляет имитацию уникальной подписи артистки. Такой разработке была подвергнута надпись «Савинова 100 лет»

Имя «Екатерина» стало имитацией уникальной подписи (рис.2)

Перед созданием графического языка была подробно проанализирована биография

актрисы, и отдельное внимание было уделено ее деятельности помимо съемок, такие как вокал и озвучивание. На основе анализа графический язык стал олицетворением визуального отображения метафоры — «комета».



Рисунок 2 — Отрисованная шрифтовая композиция



Рисунок 3 — Окончательная эмблема серии мероприятий

В создании графического языка эта идея предстала через линии (прообраз нотного стана), расположенные по диагонали и устремляющиеся вверх, движение линий передает эффект стремительного полета. Также в качестве дополнительных элементов были

выбраны «летающие» ноты, отождествляющиеся с неординарным музыкальным даром актрисы (рис.3).

Цветовая гамма проекта решена лаконично, используются только несколько цветов, олицетворяющих дух черно-белого кино

советского времени (черный и белый), женственность и харизму актрисы: маджента и оранжевый. Каждый цвет имеет свой смысл, символизм и различные ассоциации для людей. Черный — представляет собой глубокий и насыщенный оттенок. Ассоциируется с профессионализмом, сдержанностью, фундаментальностью и стабильностью. Тем самым выступает как баланс. Белый цвет представляет глубину, объем и успокаивающее действие. Маджента выступает в качестве яркого акцента, представляет собой женственность и чуткость. Оранжевый также выступает в качестве звонкого акцента, олицетворяя жизнелюбие и энергию.

В составе проекта были разработаны рекламные носители: афиши мероприятий, концепция сайта лэндинга и рекламные публикации для соцсетей; из полиграфической продукции: пригласительный билет, буклеты ме-

роприятий и музейный каталог, бейджи, а также сувенирная продукция. Одним из ключевых элементов визуализации к событийному мероприятию являются афиши (рис.4), рассказывающие о местах и времени проведения концертов. Были разработаны афиши и буклеты для двух запланированных мероприятий: «В гостях у Савиновой», которое будет проходить в ГМИЛИКА и для концерта «Одна любовь, одна дорога». Для названий этих концертных программ были отрисованы шрифтовые графемы, как и для эмблемы. Для того чтобы передать ощущение праздника, были выбраны яркие цвета маджента и оранжевый, в дополнении к черному и белому. Оранжевый цвет добавил энергии и динамичности и стал наиболее подходящим вариантом для передачи ощущения праздника.



Рисунок 4 – Проект афиш к двум мероприятиям и пригласительный билет

Так же используются цветные подложки расположенные под наклоном, синхронные с эмблемой. Они служат передачей динамики движения подчеркивающих характер актрисы, ее энергичность и стремительность. Афиши были разработаны с учетом удобочитаемости для передачи информации и тем что такая

структурированная, полная и яркая подача ключевой информации обеспечит максимальную эффективность афиш, аудитория быстро получит всю необходимую информацию и впоследствии примет решение о посещении событийного мероприятия.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ЮБИЛЕЙНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОБЫТИЙНОГО МЕРОПРИЯТИЯ К 100-ЛЕТИЮ ЕКАТЕРИНЫ САВИНОВОЙ

При разработке рекламных афиш необходимо учитывать комплекс требований, сформулированных в методических пособиях по дизайну и полиграфии. Прежде всего следует чётко определить цель афиши и её целевую аудиторию. Это позволит адаптировать визуальное и текстовое содержание рекламных афиш под потребности аудитории. Особое внимание уделяется композиции и балансу элементов. Рекомендуется избегать строгой симметрии, отдавая предпочтение асимметричным решениям, которые создают динамику и привлекают внимание. Важно выделить композиционный центр — место, куда сразу падает взгляд зрителя, и обеспечить гармоничное распределение остальных элементов. Необходимо оставлять свободные области, чтобы не перегружать восприятие. Текстовое наполнение должно быть лаконичным и структурированным. Заголовок обязан быть кратким и заметным на общем фоне, но не конкурировать с ним. Подзаголовок и основной текст должны подчиняться заголовку по визуальной иерархии. Оптимально использовать не более 2–3 шрифтов: предпочтительны шрифты без засечек такие как РТ

Sans для лучшей читаемости издалека. Текст должен содержать только ключевую информацию: название мероприятия, дату, время, место проведения, имена ключевых участников, контактную информацию, возрастные ограничения (если требуются), данные о покупке билетов. Цветовая гамма обычно ограничивается 3–4 цветами. При выборе палитры учитывают: тематику мероприятия, психологическое воздействие, контрастность цветов и их сочетаний. Дополнительно рекомендуется: использовать QR-коды для быстрого доступа к дополнительной информации. Соблюдение этих требований позволяет создать эффективную рекламную афишу, которая успешно выполняет свою коммуникативную функцию: привлечет внимание целевой аудитории и чётко донесет ключевую информацию о мероприятии.

Следующим важным носителем является веб-сайт событийного мероприятия к 100-летию Екатерины Савиновой, который дает возможность узнать о предстоящих мероприятиях, познакомиться с биографией и фильмографией артистки (рис. 5).



Рисунок 5 – Страницы сайта Екатерины Савиновой и рекламные публикации в соцсетях

Одним из мероприятий, запланированных в проведение юбилея актрисы, станет открытие памятного знака на малой родине Е. Савиновой — в селе Ельцовка Алтайского края. В этом селе находится мемориальный музей актрисы. Для того чтобы гости в музее смогли приобрести что-то на память о люби-

мой артистке, было принято решение разработать двухсторонний многостраничный каталог. С одной стороны в нем рассказывается о создании данного музея, представлены фотографии экспозиций и архивные документы, а с другой стороны представлена фильмография Екатерины Савиновой. Этот миниатюр-

ный, но информативный каталог после обрезного формата 9,9 x 9,9 см, легко разместится в кармане или сумочке посетителей музея после приобретения. В той же стилистике, того же небольшого размера 9,9 x 9,9 см, той же конструкции что и каталог, был разработан проект буклетов к мероприятиям (рис. 6,7).



Рисунок 5 (продолжение) – Страницы сайта Екатерины Савиновой и рекламные публикации в соцсетях

Также предложены варианты использования главных элементов идентификации на различных носителях сувенирной продукции для запоминаемости на долгий срок о прошедших юбилейных мероприятиях (рис. 8)

В заключение всего вышесказанного можно утверждать, что дизайнеру в процессе разработки комплексной идентификации событийного мероприятия, необходимо провести обширную исследовательскую работу по просмотру аналогов отечественного и зарубежного опыта, изучить основные понятия и принципы комплексной идентификации событийных мероприятий.

В составе проекта были разработаны рекламные носители: афиши мероприятий, концепции сайта лендинга и рекламные публикации для соцсетей; из полиграфической продукции:

пригласительный билет, многостраничный каталог, посвященный истории создания и экспозиции мемориального музея Е. Савиновой в селе Ельцовка и ее фильмографии,

афиши и буклеты для двух мероприятий, а также предложены варианты использования элементов айдентики для сувенирной продукции.



Рисунок 6 – Многостраничный каталог, посвященный истории создания и экспозиции мемориального музея Е. Савиновой в селе Ельцовка и ее фильмографии

Во всем проекте прослеживается использование двух типов шрифтов, которые гармонично сочетаются между собой и подчеркивают концепцию мероприятия. Для наборного текста была выбрана шрифтовая гарнитура PT Sans, со свободной лицензией и широкой семейственностью, имеющей разные начертания, разработанная Александрой Корольковой. Современный гротеск, без засечек обладает высокой читаемостью, даже на расстоянии и при небольших размерах текста. Его преимущества для афиш, каталога и буклетов: четкие пропорции, нейтральность и универсальность позволяют легко воспринимать информацию, а широкая гамма начертаний даёт возможность

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ЮБИЛЕЙНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОБЫТИЙНОГО МЕРОПРИЯТИЯ К 100-ЛЕТИЮ ЕКАТЕРИНЫ САВИНОВОЙ

структурировать информацию — выделять заголовки, акцентировать ключевые фразы и оформлять второстепенное. Шрифтовая гарнитура PT Sans будет применяться для

основной информационной части афиши: даты и времени проведения, места, контактных данных.



Рисунок 7 – Буклеты к мероприятиям



Рисунок 8 – Варианты использования основных элементов стиля в сувенирной продукции

Дополнением к типографическому решению стал отрисованный шрифт, специально созданный для данного проекта. Он привнес в проект индивидуальность и эмоциональность, подчеркнул уникальность мероприятия, что в результате создает запоминающийся визуальный образ. Рисованный шрифт будет использоваться точно, исключительно для ключевых элементов, требующих особого внимания таких как названия мероприятий, обложки каталога и части эмблемы. Комбинация шрифтовой гарнитуры PT Sans и леттеринга создаёт удачный баланс между функциональностью и художественным выражением: первый гарантирует, что зритель без труда прочтёт всю необходимую информацию, второй вызывает эмоциональный отклик и делает полиграфическую и рекламную продукцию узнаваемыми. При этом строго соблюдаются принципы визуальной иерархии: отрисованный шрифт привлекает взгляд в первую очередь, задавая настроение, а чёткий и ясный шрифт PT Sans структурирует информацию, направляя зрителя от заголовка к деталям. Такое типографическое решение не только отвечает задачам коммуникации, но и усиливает общее художественное впечатление от продукции, делая её одновременно информативной и выразительной.

Все элементы состава проекта были разработаны с учетом технологических и эргономических требований.

Разработка основных элементов в реализации айдентики к событийному мероприятию является инструментом формирования уникального образа и имиджа. Графическое визуальное сопровождение поможет зрителям на ассоциативном уровне вспомнить любимую артистку. Через целостный узнаваемый графический образ и единое стилистическое решение разных мероприятий, разработанная информационно-рекламная продукция является комплексом одного события — 100-летнего юбилея Екатерины Савиновой. Данный проект может иметь практическое применение, так как разработан с учетом маркетинговых требований для привлечения целевой аудитории к мероприятию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огнева, Елена Владимировна. Екатерина Савинова / Елена Огнева ; М-во культуры Алт. края, Алт. краев. универс. науч. б-ка им. В. Я. Шишкова. - Барнаул : [б. и.], 2021 (Новосибирск : Экселент). - 383 с. : ил., портр., факс. - (Алтай. Судьба. Эпоха : историко-биографическая серия).
2. Коноплева О. В., Лаптев В. В. Комплексная идентификация в графическом дизайне : методическое пособие / О. В. Коноплева, В. В. Лаптев. — СПб. : СПбГХПА имени А.Л. Штиглица, 2011.
3. Габриелян, Т. О. Бренд в графическом дизайне: концептуализация, визуализация, идентификация / Т. О. Габриелян ; Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Таврическая академия, Факультет информационно-полиграфических технологий, Кафедра книжной графики и дизайна печатной продукции; Московская государственная художественно-промышленная академия имени С. Г. Строганова. — Симферополь : Общество с ограниченной ответственностью "Антиква", 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-6041512-0-4. — EDN XYSGCT.
4. Сметанникова, Т. А. Структурные элементы и механизмы создания фирменного стиля : Учебное пособие / Т. А. Сметанникова, Т. В. Анянueva. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2023. — 52 с. — ISBN 978-5-00175-228-8. — EDN DWZIHQ.

Раменская Ю. В. — профессор кафедры АрхДи ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», E-mail: eto-uspeh@yandex.ru, тел.: +7 (913) 212-36-36

Горбунова В. С. — студент гр. Диз-21 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», E-mail: vnika.love@mail.ru, тел.: +7 (965) 253-12-11

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА С ПАЛЛИАТИВНОЙ ФУНКЦИЕЙ: АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ

К. Е. Горшкова, М. П. Диндиенко, Е. И. Рейзбих

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В статье обосновывается необходимость перехода от модели изолированных медицинских объектов к интегративной архитектурной среде. На примере Алтайского края, где обеспеченность паллиативными койками остается критически низкой, раскрывается необходимость совмещения науки и паллиатива. Ключевой предпосылкой проектирования выступает концепция «архитектуры чувств» и доказательного дизайна, рассматривающая среду как терапевтический ресурс. Авторами предложена системная модель научно-исследовательского медицинского комплекса, основанная на семи архитектурно-планировочных принципах: пространственная интеграция функций, сценарное проектирование, градация среды, архитектура чувств, адаптивность, связь с природой и терапевтическая коммуникация. Предложенный подход направлен на преодоление изоляции паллиативных пациентов, ускорение внедрения научных разработок в клиническую практику

Ключевые слова: научно-исследовательский центр, архитектура здравоохранения, медицинский комплекс, хоспис, онкологические центры, экспериментальная терапия, паллиативная помощь, архитектурно-планировочные принципы, научно-медицинский комплекс, доказательный дизайн.

Современное развитие паллиативной медицины связано с активным ростом научных исследований и достижениями в области экспериментальной терапии [10]. Увеличение числа онкологических заболеваний и расширение применения высокотехнологичных методов лечения формируют запрос на новые архитектурно-планировочные принципы, обеспечивающие непрерывность медицинских процессов и комфортную среду пребывания пациентов. Ежегодно десятки миллионов людей нуждаются в паллиативной помощи [1], что усиливает необходимость переосмысления архитектуры здравоохранения в контексте взаимодействия экспериментальной и паллиативной медицины.

Паллиативная помощь — поддержка пациентов с неизлечимыми заболеваниями и их семей. Паллиативная помощь применяется, когда возможностей радикального лечения не существует или они уже исчерпаны (например, лекарственная терапия уже не сдерживает развитие рака), и направлена на повышение качества жизни, купирование тяжелых симптомов, психологическую и духовную поддержку. [4]

В Алтайском крае на 10 000 человек, нуждающихся в паллиативной помощи [8], предоставляется 233 койки, включая 23 детские [9] — это значит, что только 2,33% людей

могут получить профессиональную помощь в учреждениях (данные на 2025 год), по данным на 2021 год на 230 паллиативных детей было выделено 20 коек. [7] - на 7 коек меньше, чем в настоящее время. Всего паллиативная помощь оказана 1638 людям [9].

Людмила Кашукова, заведующая единственным паллиативным отделением для взрослых в Барнауле, ревматолог со стажем 47 лет, говорит: действующих отделений на край недостаточно. Паллиативную помощь необходимо расширять. [8]

Научно-исследовательские центры, клинические учреждения и хосписы в настоящее время развиваются как отдельные независимые друг от друга учреждения, обладающие разными функциональными, пространственными и средовыми характеристиками. При этом комплексная интеграция исследовательских, лечебных и паллиативных функций в рамках единой архитектурной среды остается не представленной в проектной практике. В исследовании предлагается модель интеграции функционально различных структур в единый комплекс для повышения эффективности разработки новых препаратов и методов лечения, формирования более открытой исследовательской среды и ускорения взаимодействия с пациентами.

В данном контексте особое значение приобретает архитектура чувств, рассматривающая пространство как фактор, влияющий на эмоциональное и сенсорное восприятие человека. Архитектурная среда перестает быть исключительно функциональной оболочкой медицинских процессов и начинает выступать как элемент, способный снижать уровень тревожности, формировать ощущение контроля и поддерживать психологическое состояние человека.

Такая архитектура нужна уже хотя бы поэтому: она окружает нас со всех сторон, а любое окружение неизбежно влияет на человека. Это влияние может быть неявным, едва уловимым, но избежать его нельзя. Может казаться, что больница отлично функционирует, если ее планировка обеспечивает быструю транспортировку пациентов из приемного покоя в операционную, но одновременно она может быть абсолютно некомфортной для всех этих пациентов, а это куда более важный — можно даже сказать, куда более этический — критерий соответствия тому, что составляет ее функцию. В этом суть подхода, который известен как «доказательный дизайн» (evidence-based design): при проектировании больниц архитектурными приоритетами становятся решения, польза которых для здоровья пациентов подтверждена строго научными методами. Представление, что научные исследования могут определять наилучшие планировочные приемы, пока только начинает укореняться в среде архитекторов и работников здравоохранения, но число его сторонников постоянно растет. Ключевые элементы доказательного дизайна: большая открытость природе; более широкий выбор возможностей для пациентов, дающий им ощущение того, что они могут частично контролировать окружающую обстановку; удобство посещения больных супругами и другими близкими людьми, которые могут их поддержать; логичная и интуитивно понятная планировка зданий; отсутствие неприятных запахов, громких звуков и раздражающего освещения. Цель доказательного дизайна не в том, чтобы обесценить эффективность, но в том, чтобы больше ценить умиротворенность [3] Такой подход особенно актуален в условиях паллиативной помощи, где качество среды напрямую связано с качеством проживания времени. Ален де Боттон в своей книге «Архитектура счастья» рассматривая взаимосвязь между архитектурой, чувствами и человеком, он предостерегает от иллюзии, будто архитектура способна изменить жизнь, но в то же

время он воздает должное ее влиянию на наши эмоции [11].

Люди, получающие лечение в паллиативном отделении для взрослых в городской больнице №3 г. Барнаула, отмечают, что даже поддерживающее лечение помогает вернуть им веру в жизнь, что подчеркивает значимость поддерживающей среды в паллиативной помощи:

Сергей Сергеевич: «И я из Барнаула. Мне 64 года. Лежу здесь уже месяц. В пятницу буду выписываться. Намного, лучше стало. Намного. Я тоже по онкологии. Нашли что-то в легком еще в 15-м году. Но тогда сказали, мол, ничего страшного, иди работай. А потом оказалось — рак. Теперь лечусь. После лучевой терапии начались осложнения. Куда я ни обращался - нигде ничего не знают, ничего сделать не могут. Смогли помочь только здесь. Я вам скажу: надо больше таких центров открывать. Как можно больше. Здесь реально помогают, и жить снова хочется. Поймете ли? Мне ведь теперь снова жить захотелось.» [8]

Галина: «Я из Усть-Пристанского района приехала. Нет, в "Надежде" я не лечилась (грустно улыбается) - таких, как мы, уже нигде не принимают, только здесь: четвертая степень онкологии. Спасибо им, что хоть они помогают. Я здесь снова себя человеком чувствовать начала.» [8]

Концепция проекта направлена на преодоление разрыва между научно-исследовательской деятельностью и паллиативной помощью за счет их интеграции в единую пространственную структуру. Проект предлагает гуманистическую модель медицинской архитектуры, в которой высокотехнологичная среда рассматривается не только как пространство лечения, но и как инструмент поддержки качества жизни. В основе архитектурного решения лежит принцип непрерывности: различные этапы лечения не изолируются, а формируют взаимосвязанную среду с возможностью плавного перехода между различными сценариями пребывания человека. Композиция комплекса решается как система взаимосвязанных объемов с различной степенью автономности, сочетающая функциональное разделение медицинских процессов с развитой сетью общественных и коммуникационных пространств. Особое внимание уделено эмоциональному комфорту среды за счет естественного освещения, визуальных связей с природой, разнообразия пространственных сценариев и организации пространства человеческого масштаба.

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА С ПАЛЛИАТИВНОЙ ФУНКЦИЕЙ: АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Таким образом, проект рассматривает архитектуру как часть непрерывного жизненного процесса, объединяющего научный прогресс, лечение и человеческий опыт в единую систему.

Для формирования целостной архитектурной модели научно-терапевтического комплекса была разработана система взаимосвязанных принципов, определяющих пространственную, функциональную и эмоциональную организацию среды. Принципы направлены на формирование среды, в которой исследование, лечение и паллиативное сопровождение рассматриваются как части непрерывного человеческого опыта.

1. Принцип пространственной интеграции функций. (Рисунок 1) Предполагает взаимосвязанную организацию исследовательских, медицинских и паллиативных блоков в рамках единой структуры. Такое решение обеспечивает непрерывность медицинских и научно-исследовательских процессов, сокращает разрывы между этапами диагностики, разработки терапии и сопровождения пациента, а также переосмысливает традиционную изоляцию паллиативной среды.



Рисунок 1 – Схема пространственной интеграции функций.

2. Принцип сценарного проектирования. (Рисунок 2) Архитектура рассматривается как система пространственных сценариев, соответствующих различным этапам пребывания человека. Пространственная организация учитывает изменение физического и эмоционального состояния пациента и реализуется через дифференциацию потоков, разнообразие маршрутов восприятия комплекса и вариативность пространственных сценариев.

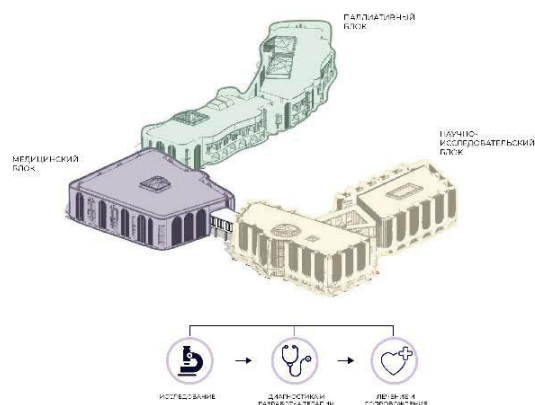


Рисунок 2 – Схема сценарного проектирования.

Принцип градации среды. (Рисунок 3) Проявляется в последовательном переходе от общественных и активных пространств к приватным и камерным зонам. Иерархия среды формируется через систему атриумов, переходных галерей, полуоткрытых пространств и частных помещений, обеспечивающих различные уровни открытости, защищенности и вовлеченности.

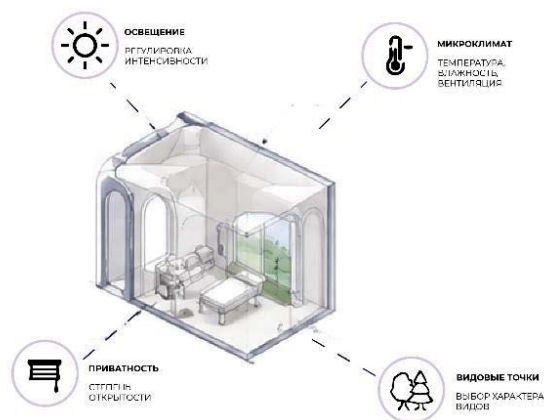


Рисунок 3 – Схема градации среды

4. Принцип архитектуры чувств. Ориентирован на сенсорное восприятие пространства через естественное освещение, акустические характеристики, тактильные свойства материалов и визуальные связи внутри комплекса. Архитектурные решения направлены на формирование эмоционально устойчивой и психологически комфортной среды. (Рисунок 4)

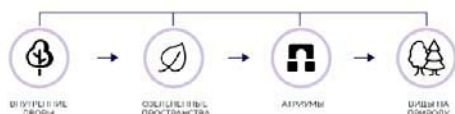


Рисунок 4 – Схема архитектуры чувств.

5. Принцип адаптивности среды. Предусматривается возможность индивидуальной настройки пространственных и средовых параметров, включая освещение, микроклимат, степень приватности и выбор характера видовых раскрытий. Принцип позволяет учитывать индивидуальные потребности и особенности восприятия среды. (Рисунок 5)

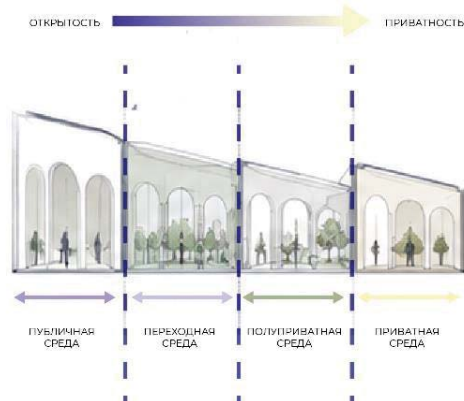


Рисунок 5 – Схема адаптивности среды.

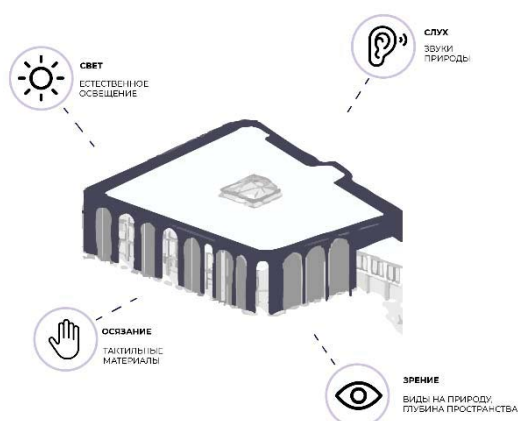


Рисунок 6 – Схема принципа связи с природой.

6. Принцип связи с природой. (Рисунок 6) Реализуется через интеграцию внутренних дворов, озелененных пространств, атриумов и визуальных раскрытий на природный ландшафт. Природная среда включается в повседневный опыт пребывания внутри комплекса

и становится частью терапевтического пространства.

7. Принцип терапевтической коммуникации. Формирование частичной связи между пациентом, исследовательской средой и процессом разработки терапии. Архитектура обеспечивает визуальные и пространственные контакты с научными и клиническими пространствами, снижая ощущение изоляции и формируя восприятие медицинской среды как пространства продолжающегося процесса жизни и исследования. (Рисунок 7)

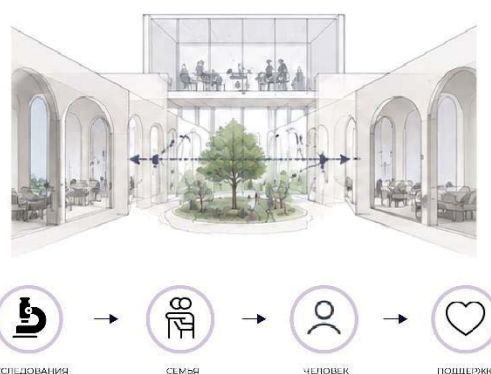


Рисунок 7 – Схема терапевтической коммуникации

Проведенное исследование подтверждает, что сложившаяся практика раздельного проектирования научно-исследовательских центров и учреждений паллиативной помощи перестает отвечать актуальным вызовам времени. Дефицит паллиативных коек, ярко проиллюстрированный ситуацией в Алтайском крае и необходимостью ускоренного внедрения экспериментальных методов терапии, выявляет острую потребность в новой типологии медицинских объектов. Пространство перестает быть местом пассивного ожидания и трансформируется в среду непрерывного жизненного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коннор С. (ред.). Атлас мира по паллиативной помощи. 2-е изд. — Всемирный альянс хосписной и паллиативной помощи (WHPCA), Всемирная организация здравоохранения, 2020. ISBN: 978-0-9928277-2-4 (англ.) (русский перевод — фонд «Вера», АПУХП, 2023)
2. Методологические подходы к оказанию специализированной паллиативной медицинской помощи. Методические рекомендации / под ред. профессора Г.А. Новикова — М.: МЕДИЦИНА ЗА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ, 2020. — 208 с., табл., рис. ISBN 978-5-9908903-4-3

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА С ПАЛЛИАТИВНОЙ ФУНКЦИЕЙ: АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ

3. Голдбергер П. Зачем нужна архитектура / Пер. с англ. М.: Strelka Press, 2017. - 264 с. ISBN 978-5-906264-70-1

4. Уорф, Дженифер. Посреди жизни / Перевод с англ. И. Тихоновой — Бортсато. — М.: Лайвбук, 2022. — 512 с. ISBN 978-5-907-428-37-9

5. Чинь, Франсис Д.К. Всё об архитектуре. Форма, пространство, композиция / Франсис Д.К. Чинь; пер. с англ. яз. Елены Нетесовой, Александра Кима, Людмилы Каджелашвили. — Москва : Издательство АСТ, 2023. — 448 с. — (Всеобщая история). ISBN 978-1-11874508-3 (англ), ISBN 978-5-17-135344-5 (рус)

6. Эллард К. Среда обитания: Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие / Коллин Эллард ; Пер. с англ. — М. : Альпина Паблишер, 2024. — 288 с. ISBN 978-5-96-14-7018-5

7. Новости Барнаула и Алтайского края — сайт amic.ru ИА Амител / Отпуская надежду. Где и как в Алтайском крае помогают неизлечимо больным детям: сайт [Электронный ресурс] — URL: <https://www.amic.ru/news/obschestvo/otpuskaya-nadezhdu-gde-i-kak-v-altayskom-krae-pomogayut-neizlechimo-bolnym-detyam-481436#:~:text=На%2030%20паллиативных%20детей%20в%20регионе%20выделено%20всего%20%20больничных%20коек> (дата обращения: 19.03.2026)

8. Новости Барнаула и Алтайского края — сайт amic.ru ИА Амител / Отбить у смерти хотя бы день: как устроена и работает паллиативная помощь в Барнауле: сайт [Электронный ресурс] — URL: <https://www.amic.ru/news/obschestvo/otbit-u-smerti-hotya-by-den-kak-rabotaet-palliativnaya-pomosch-v-barnaule-406078#:~:text=Людмила%20Кашукова%20отмечает%203А%20действующих%20отделений%20на%20край%20недостаточно.%20Паллиативную%20помощь%20необходимо%20расширять.> (дата обращения: 19.03.2026)

9. Министерство здравоохранения Российской Федерации: сайт [Электронный ресурс] —

URL: https://minzdrav.gov.ru/regional_news/26001-bolee-1-6-tys-zhiteley-altayskogo-kрая-poluchili-palliativnuyu-pomosch-v-statsionarah-v-2025-godu (дата обращения 19.03.2026)

10. Профилактика медиа — Не напрасно! / Как изменилось лечение онкозаболеваний за 30 лет: пять важных открытий: сайт [Электронный ресурс] — URL: <https://nenaprasno.ru/media/articles/kolonki/kak-izmenilos-lechenie-onkozabolevaniy-za-30-let-vazhnye-otkrytiya/> (дата обращения 18.03.2026)

11. Боттон, Ален де. Архитектура счастья: как обустроить жизненное пространство [Текст] / Ален де Боттон ; [пер. с англ. П. Петрова]. — Москва : Классика-XXI, 2013. — 238 с. : ил. : 22 см — (Серия "Архитектурная школа". Классика XXI); ISBN 978-5-89817-372-2, 978-5-905102-40-0.

12. Pallasmaa J. The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses. — Chichester: John Wiley & Sons, 2012. — 224 p.

Горшкова Кристина Евгеньевна — студент гр. АРХ-11 (5 курс) Института архитектуры и дизайна ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: i@tverum.ru;

Диндиенко Михаил Петрович — заместитель директора по УВР ИнАрх-Диз ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», доцент, член Союза Архитекторов России и Союза Дизайнеров России

Рейзбих Екатерина Ивановна — архитектор, член Союза архитекторов России и Архитектурной гильдии Бава-рии. e-mail: ekaterina.reyzbikh@gmail.com

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕГО ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ – УЛ. МАЛАХОВА)

А.Р. Дударева, М.П. Диндиенко, А.С. Малыгин, Р.С. Жуковский
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В статье представлен концептуальный проект общественного многофункционального пешеходного пространства на территории города Барнаула (транспортный узел (дорожная развязка) на Павловском тракте). В основе концепции - анализ практики мирового опыта проектирования и строительства. В результате анализа выявлена проблема социального аспекта. Предлагается создать новый пешеходный узел, тем самым решив проблему комфортного, безопасного передвижения жителей города в этом месте, а также создать функциональные и востребованные рекреационные зоны в городе Барнаул.

Ключевые слова: архитектура; концепция, социальный аспект, многоуровневое пешеходное пространство; городское пространство; транспортный узел.

Введение. Одним из ключевых элементов современных городских пространств являются пешеходные зоны различных типов. Они играют важную роль в формировании комфортной городской среды, способствуя развитию социальных взаимодействий и повышению качества жизни горожан. При проектировании таких пространств необходимо уделять особое внимание *социальным аспектам*, которые напрямую влияют на их востребованность и эффективное функционирование. А также становятся важным объектом в формировании *устойчивого развития* городской среды.

Актуальность. Сегодня с развитием города Барнаула возникает проблема нехватки многоуровневых пешеходных пространств в городской среде. Так, например, транспортной узел Павловский тракт- ул. Малахова имеет потребность в организованной сети пешеходных путей. Для удовлетворения этой потребности необходимо создать надземное пешеходное пространство с продуманной сетью пешеходных путей. Особое внимание при разработке концепции будет уделено современным подходам и аналогам, что позволит создать новое комфортное, безопасное, функциональное и востребованное общественное пространство для жителей города.

Целью исследования данной работы является изучение и сравнение аналогов, а также изучения нормативной литературы, которая позволит решить практические вопросы по актуальным проблемам при проектировании многоуровневых пешеходных про-

странств в условиях сформировавшейся городской среды.

Для достижения поставленной цели будем решать следующие задачи:

Произвести сравнительный анализ отличительных особенностей архитектурной среды многоуровневых пешеходных пространств;

Выявить и интегрировать в свой проект характеристики аналогов на основе мирового опыта проектирования и строительства;

Предложить проект-концепцию, отвечающую все нормативным требованиям, формируя новые пешеходные связи и точки притяжения людей в данной части города.

Гипотеза. Можно предположить, что улучшение будет наблюдаться после внедрения новых пешеходных связей для улучшения количественных и качественных показателей в условиях транспортного узла города Павловский тракт - ул. Малахова.

Объектом исследования является архитектурная среда *многоуровневых* общественных линейных, кольцевых, эстакадных пешеходных пространств.

Предметом исследования являются критерии сравнения, определяющие принципы организации общественных пешеходных пространств.

В основу методики исследования положен комплексный подход, основанный на анализе научных трудов, преимущественно за последние 5 лет, социологические данные, сравнительный анализ. В свою очередь, комплексный подход это:

Комплексный подход — это направление, рассматривающее объект исследования
ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2026

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕГО ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ – УЛ. МАЛАХОВА)

как совокупность компонентов, подлежащих изучению с помощью соответствующей совокупности методов. Компоненты могут быть как относительно однородными частями целого, так и его разнородными сторонами, характеризующими изучаемый объект в разных аспектах [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ **Аналоги**



Рисунок 1 – Пешеходный мост через Нил, соединяющий площадь Аль-Тахрир (Восточный берег) с районом Аль-Замалек (Западный берег)

Проект-концепция архитектурного конкурса на премию имени Тамаюза Рифата Чадирджи разработали архитекторы Lab59 Architects. Участникам предлагалось спроектировать оживленный пешеходный мост через реку Нил, соединяющий площадь Аль-Тахрир (Восточный берег) с районом Аль-Замалек (Западный берег). Данное решение дает переосмысление общественного пространства на восточном берегу Нила, где когда-то стояло здание НДП (национальной-демократической партии), как само по себе, так и в связи с площадью Тахрир, что служило важным центром для притяжения людей как на восточном, так и на западном берегах. Благодаря его монументальному расположению были использованы две основные оси для создания нашего моста, призывая людей со всего города собраться на нашей плавучей площади, где они смогут вспомнить о своем единстве и единстве с природой. Имитируя городскую структуру площади Тахрир, дизайн построен в двух основных направлениях, первое из которых ориентировано на башню Каира, начиная с общественного пространства на главном мосту. Вторая ось пройдет в направлении, которое соединит главную площадь Египетского музея с садом Масала.

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2026

И то, и другое объединено на плавучей площади, где мост не просто служит переходом между восточным и западным берегами, а представляет собой массив в форме соленида, где окружающие пейзажи воспринимаются как произведения искусства в музее. Мост также оснащен различными подъездными путями для обеспечения циркуляции и доступности из общественных мест с обеих сторон, а также карнизом Нила со всех сторон [2].



Рисунок 2 – Парк-пешеходная улица Seoullo 7017, организован на заброшенной эстакаде

Проект многоуровневой пешеходной зоны на вышедших из эксплуатации, функционально устаревших инженерных сооружениях, таких как железнодорожные пути, эстакады, мосты. Эти объекты перепрофилируются в пространства для отдыха горожан. Пример использования заброшенной эстакады в качестве общественного открытого пространства – прогулочная пешеходная улица Seoullo 7017 (Сеул, Корея, бюро MVRDV, 2017 год). Это общественное озелененное пространство организовано над городской магистралью (рис. 2). Seoullo 7017 состоит из семнадцати пешеходных путей, соединяющих разные районы Сеула, и пяти тематических зон. Дизайнерами заложено множество сценариев движения и видов отдыха для горожан: созерцание, прогулки, активные игры детей, музыкальные выступления и т.п. Всё это обеспечено вариативным оборудованием в виде цилиндров-подиумов, которое можно использовать по своему усмотрению. Эстакада соединяется мостами и лестницами с объектами инфраструктуры: отелями, кафе, магазинами [3].



Рисунок 3 – Кольцевой переходный мост в Шанхае, Китай

Китайские архитекторы решили воплотить свои креативные идеи в самом большом городе страны, построив в Шанхае необычный круглый пешеходный переход, который уже успел стать новой архитектурной достопримечательностью. Этот мост в крупном торговом районе Шанхая (район Луцзяцзуй, Китай) (рис. 3). Благодаря своей неординарной форме мост очень функционален, что позволяет пешеходу добраться в любую точку площади, на которой расположены фондовая биржа, бизнес-центры, магазины и кафе. Это позволило разгрузить пешеходные потоки. Мост имеет значительные размеры: высота около шести метров, ширина семь метров. Это делает его не только пешеходной зоной, но и смотровой площадкой, популярной у туристов. Отсюда открывается вид на панораму города и небоскребы района. Часть входов на мост оборудована эскалаторами и лифтами, что делает его доступным для всех групп населения. Таким образом, организация дополнительных уровней транспортных развязок делает транспортную среду более безопасной, тем самым повышая ее комфортность, сохраняя целостность пространства [3].



Рисунок 4 – Уровневый парк Хай-Лайн/High Line на бывшей железнодорожной линии в Нью-Йорке



Рисунок 5 – Многоуровневая композиция пешеходного моста архитектурной мастерской «Атриум» в городе Алматы



Рисунок 6 – Пешеходный мост ВР – мост в Чикаго, Иллинойс, США

Хай-Лайн/High Line представляет собой надземный линейный парк длиной 1,45 мили (2,33 км), зеленую дорожку и пешеходный маршрут, созданный на бывшей ветке Центральной железной дороги Нью-Йорка на западной стороне Манхэттена в Нью-Йорке

«Хайлайн» от Diller Scofidio + Renfro, ставший за годы своего существования эталоном устойчивого городского планирования, которую архитекторы и дизайнеры преобразовали парк, пользующейся популярностью и в наши дни. Парк имеет несколько точек доступа, например парк проходит от Гансворт-стрит-на три квартала ниже 14-й улицы - через Челси к северной окраине Вестсайдского двора на 34-й улице недалеко от Джавитс-центра. (рис. 4).

Край визуально проницаем, что позволяет рассмотреть каждый объект на пути, а также дает четкое представление об окружающих улицах, что является отличительной чертой этого парка [3].

Архитектурная мастерская «Атриум» предложила проект пешеходного моста в г. Алматы в 2022 г., переосмыслив саму типологию конструкции — из утилитарного транзитного пространства мост по замыслу авторов

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ – УЛ. МАЛАХОВА)

должен превратиться в зону рекреации и отдыха людей. (рис. 9).

Конструкция становится связующим звеном между двумя зелеными зонами, которые разделены автомобильной трассой — ботаническим садом и парком Сункар с горнолыжным трамплином. Наряду с прямым маршрутом по мосту проложена извилистая тропа, силуэт которой был вдохновлен казахскими орнаментами: их характер воплощен в изгибах основных дорожек и дополнительных пандусных спусков. Национальные узоры также используются в паттернах колонн, подсвечиваемых в вечернее время.

Проект благоустройство окружающей территории направлен на то, чтобы сделать переход от ботанического сада к парку более незаметным. Это многоуровневая композиция, тщательно интегрирована в рельеф. В этой части продолжается концепция двух путей: здесь есть лестница, по которой можно быстро подняться наверх, и длинный пандус с подъемом в пять градусов.

Проект стал победителем в номинации «Не построенная транспортная инфраструктура» международной премии A+A Awards [4].

Пешеходный мост BP — мост в Чикаго, Иллинойс, США, который спроектировал лауреат Притцкеровской премии Фрэнк Гери. Мост известен своей эстетикой, биоморфическими иллюзиями стиля Гери. Мост назван в честь фирмы Бритиш Петролеум (BP), которая пожертвовала 5 млн. долл. на строительство данного объекта. В материалах для моста используются: скульптурная нержавеющая сталь, также армированный бетон и древесина лиственных пород. На мосту нет перил, вместо них — парапеты из нержавеющей стали. Общая длина моста 285 метров, а ширина 4,4 метра. Этот мост открыт не круглый год, он закрывается на зиму, потому что он обледеневает в это время года, что делает его небезопасным, а очищать снег и лед проблематично, так как он падает на автомобили, а использовать соль не позволяют материалы моста [5].



Рисунок 7 — Зеленый мост на проспекте Аль-Фараби после реконструкции г. Алматы, Казахстан



Рисунок 8 — Пешеходный мост, связывающий 3 жилых квартала, Москва

Аким Алматы Бакытжан Сагинтаев презентовал программу развития г. Алматы, Казахстан на 2021 год, к завершению планируется в 2022 г. В планах властей — вернуть южной столице Казахстана славу самого зелёного города, а также воплотить в жизнь несколько амбициозных идей. Например, создать мост через проспект Аль-Фараби от Главного ботанического сада до комплекса трамплинов "Сункар" [6].

Самый необычный проект из всех предложенных на проспекте Аль-Фараби, пожалуй, зелёный мост, который будет располагаться на холмах, другой особенностью данного объекта станет его протяженность 350 метров, а пешеходного маршрута — около одного километра. По задумке акимата, пешеходный мост станет новым символом города в формировании зелёного каркаса города. Мост станет продолжением сада. Планируется создать здесь паркур-зоны с благоустройством подмостового пространства и самой набережной зоны [7].

Пешеходный мост длиной 350 метров свяжет три жилых комплекса в районе Очаково-Матвеевское: "Новое Очаково", "Матвеевский парк" и Vangarden (рис. 8) [8].

Открытие объекта запланировано на второй квартал 2026 года.

Мост соединит два пешеходных бульвара — так появится непрерывный прогулочный маршрут длиной два километра через скверы, кафе и магазины. Вечерами мост будет красиво освещён, что создаст волшебную атмосферу.

Под самим мостом мы спроектируем общественное пространство — зелёный парк с местами для отдыха: в тёплое время года здесь можно будет встречаться с друзьями или проводить спортивные занятия на свежем воздухе. Мост защитит от палящего солнца и дождя — пространство будет уютным в любую погоду.

Район станет ещё более комфортным: по мосту жители смогут пройти в школу и детский сад, поликлинику и физкультурно-оздоровительный комплекс в соседние проекты, минуя проезжую часть. Ещё по мосту будет легко добраться до метро «Аминьевская» и станции будущего МЦД-4 «Очаково».

У 350-метрового моста будет несколько лестниц, в том числе для маломобильных людей. Жители и гости квартала смогут подниматься и спускаться там, где им удобно: поближе к поликлинике или к физкультурно-оздоровительному комплексу, с бульваров или на середине моста [9].

Вывод: проанализировав аналоги по предметным критериям, подходящие к моему проекту-концепции, был выявлен ряд совпадений, которые впоследствии были внедрены в проект: такие как расположение, форма объекта, концептуальное решение проекта, материал, актуальность решения, уместность решения в городской среде.

Нормативная литература

Для работы над проектом основным нормативным документом был СП 42.13330.2016 (Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений), который дает возможность определить требования к таким сооружениям как оранжерея. Ниже будут приведены остальные ГОСТ, СП, которыми руководствовались при проектировании:

ГОСТ 28329-89 "Озеленение городов. Термины и определения";

ГОСТ Р 52289-2019 "Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств";

ГОСТ Р 59205-2021 "Дороги автомобильные общего пользования. Охрана окружающей среды. Технические требования";

СП 34.13330.2021 "СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги";

СП 51.13330.2011 "СНиП 23-03-2003 Защита от шума";

СП 52.13330.2016 "СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение";

СП 82.13330.2016 "СНиП III-10-75 Благоустройство территорий";

СП 118.13330.2012 "СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения";

СП 475.1325800.2020 "Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства";

СП 160.1325800.2014 "Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования";

СП 396.1325800.2018 "Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования";

СП 113.13330.2016 "Стоянки автомобилей";

СП 35.13330.2011 "Мосты и трубы".

Проектная территория

Для проектирования многоуровневого пешеходного пространства было выбрана одна из главных транспортных развязок города Барнаула (пересечение улицы Малахова и Павловского тракта, рис. 9).

Место проектирования находится в Индустриальном районе города Барнаула. Рядом с будущим объектом в пешей доступности находится ТРЦ Европа (600 м), парк 300-летия Барнаула (100 м).



Рисунок 9 – Ситуационная схема. М 1:50 000

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕВОГО ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ – УЛ. МАЛАХОВА)

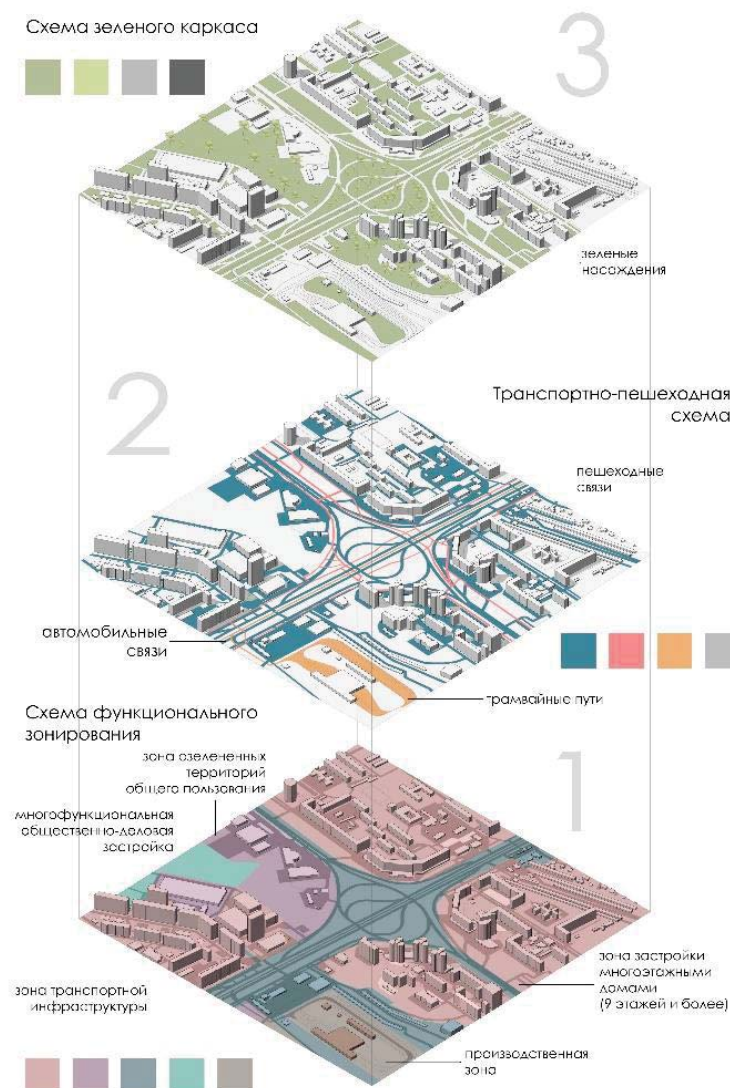


Рисунок 10 – Предпроектный анализ территории проектирования

Данное место регулярно посещается разными возрастными группами населения. Одна из основных транспортных магистралей Барнаула находится в ближайшем окружении с моим проектируемым объектом. Рядом с ним есть парковка, а также остановки общественного транспорта, наличие которых способствует к посещению данного места.

Данное место для проектирования было выбрано не случайно, так как на данной территории есть проблема в формировании, комфортной, безопасной и доступной среды для пешеходов. Это выражается в недостатке и неупорядоченности пешеходных коммуникаций на данной территории.



Рисунок 11 – Генеральный план. М 1:2000

Как видно из схемы предпроектного анализа территории (рис. 10), транспортная развязка находится в окружении застройки многоэтажными домами, к тому же недалеко расположен парк 300-летия Барнаула, который совсем скоро будет создан, к которому необходимо обеспечить пешую доступность со всех сторон. Снова обращаясь к схеме предпроектного анализа, можно увидеть, что на данный момент пешеходные связи сформированы прямыми (кратчайшими путями) при переходе через дорогу или следовании вдоль нее. Такая сеть пешеходных дорог не функциональна, так как нельзя добраться на другую сторону Павловского тракта, не преодолевая лишнее расстояние и не переходя дорогу в нескольких местах (рис. 11).

Проектируемый объект

Новое общественное многофункциональное пространство в городе Барнауле, привлекающий огромное внимание местных жителей и гостей краевой столицы Алтайского края. Под основным зданием расположена развязка автомобильных дорог, которая соединяет несколько частей города, что при подъезде к объекту обеспечивает видимость со всех четырех сторон. Другие объекты, расположенные в парке подняты выше уровня окружающих зданий (по Павловскому тракту, с левой стороны), что дает зрителю воспринимать пространство в целом. Помимо проектирования пешеходного пространства над развязкой и парке, также была затронута периферия, чтобы сформировать новую многофункциональную пешеходную зону, рабо-

тающую в нескольких направлениях движения. Все элементы пешеходного пространства соединены дорожками с уклоном не более 5%, что позволяет комфортно прогуливаться по всей сформированной системе пешеходных дорожек.

Проектируемое пространство впишется на данную территорию, так как имеет простую лаконичную форму окружности, что органично впишется в окружающее пространство. Основное здание пространства (выставочный павильон) располагается вдоль главной композиционной оси застройки, проходящей по улице Малахова.

Новое пространство отличается своей продуманной инфраструктурой и широким спектром возможностей для активного отдыха и комфортного времяпрепровождения. Здесь можно прогуляться по живописным дорожкам, посидеть в уютных зонах отдыха, перекусить в одном из уютных кафе или насладиться культурной программой в выставочном павильоне. Здесь продумана комфортная среда для передвижения и отдыха людей, ведущих активный образ жизни.

Климат в городе Барнауле – континентальный, характеризующийся жарким летом, стабильно морозной зимой и небольшим количеством осадков. Климат в Барнауле принадлежит категории *IV*.

Далее будет приведена фотофиксация места, которая дает представление о проектируемом участке (рис.12).

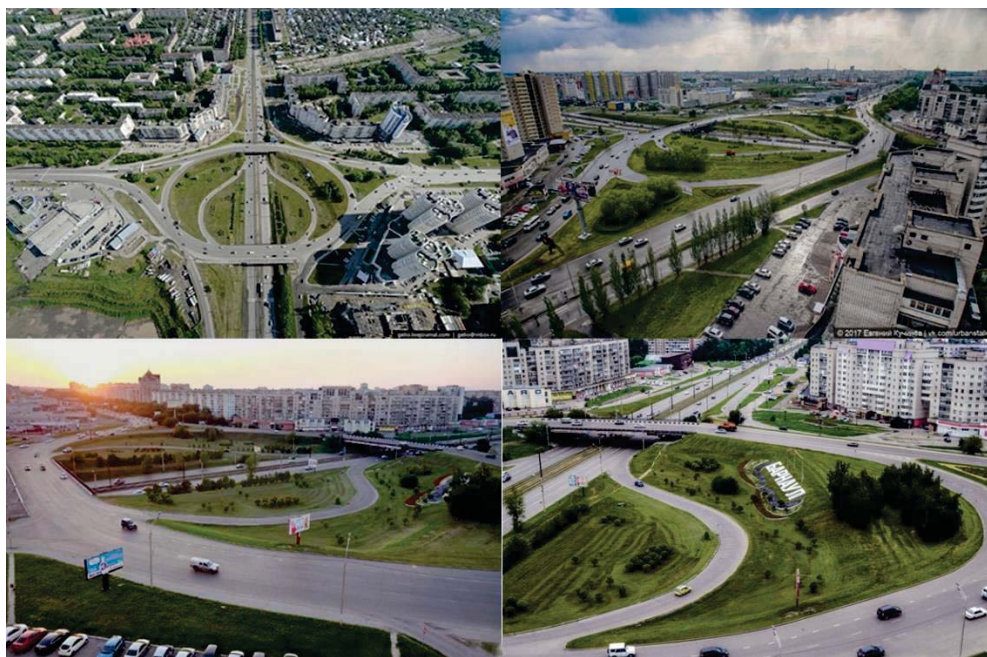


Рисунок 12 – Коллаж. Фотофиксация места. Фото из открытых источников

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА
В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ
– УЛ. МАЛАХОВА)

Рассмотрим, согласно схеме, каждый уровень спроектированного пространства (рис.13-22):

1-й уровень: структура. В моем многоуровневом пространстве представлены несколько зданий и зон, выполняющие различные функции, например, культурно-досуговую. Основное здание — это трехэтажный выставочный павильон, предназначен для выставок, культурных мероприятий, арт-фестивалей и т.д. Связь с другими зданиями пространства осуществляется через второй этаж по переходам, связывающих здания в единую систему. Далее движемся в сторону парка и попадаем на смотровую площадку, которая является связующим звеном между всеми зданиями этого пространства. Затем попадаем в библиотеку, которая служит местом уединения от шумных городских будней, также с нее открывается замечательный вид на 360 градусов на панораму города. Потом попадаем в ресторан, который уже располагается на земле, он имеет 2 этажа. Переход в соседнее здание - библиотеку осуществляется также со второго этажа. Перейдя через дорогу, можно прогуляться по *пешеходно-парковой* зоне, в которой также представлено наземное пространство, соединяющееся с остальными зданиями проекта.

2-ой уровень: цвет/материал. Основное здание и три здания в парковой части оштукатурены в нейтральный цвет, что дает возможность вписать здания в окружение. Пространство, напротив, и некоторые элементы в других частях пространства сделаны из светлой древесины 2 оттенков, что создает цветовой контраст с окружающей застройкой 2000-х годов и застройкой советских времен.

3-й уровень: конструкция. Основное здание и три здания в парковой части сделаны из монолитного бетона с применением ленточного остекления. Фундамент основного здания и двух других (библиотека и смотровая площадка) - свайный. Другое здание, находящееся на земле, имеет монолитный фундамент. Высота этажа 3,3 м. Сооружение напротив стоит на земле, имеет свайный фундамент.

4-й уровень: планировка. Планировка основного здания на всех этажах — это большие помещения свободного назначения, с несколькими разгрузочными пространствами на этаже. Для перемещения по зданию используются лестницы типа Л1, в том числе и для эвакуации при ЧС. Третий этаж не имеет планировочной структуры и предназначен различных выставок и арт-классов, фестивалей и т.д.

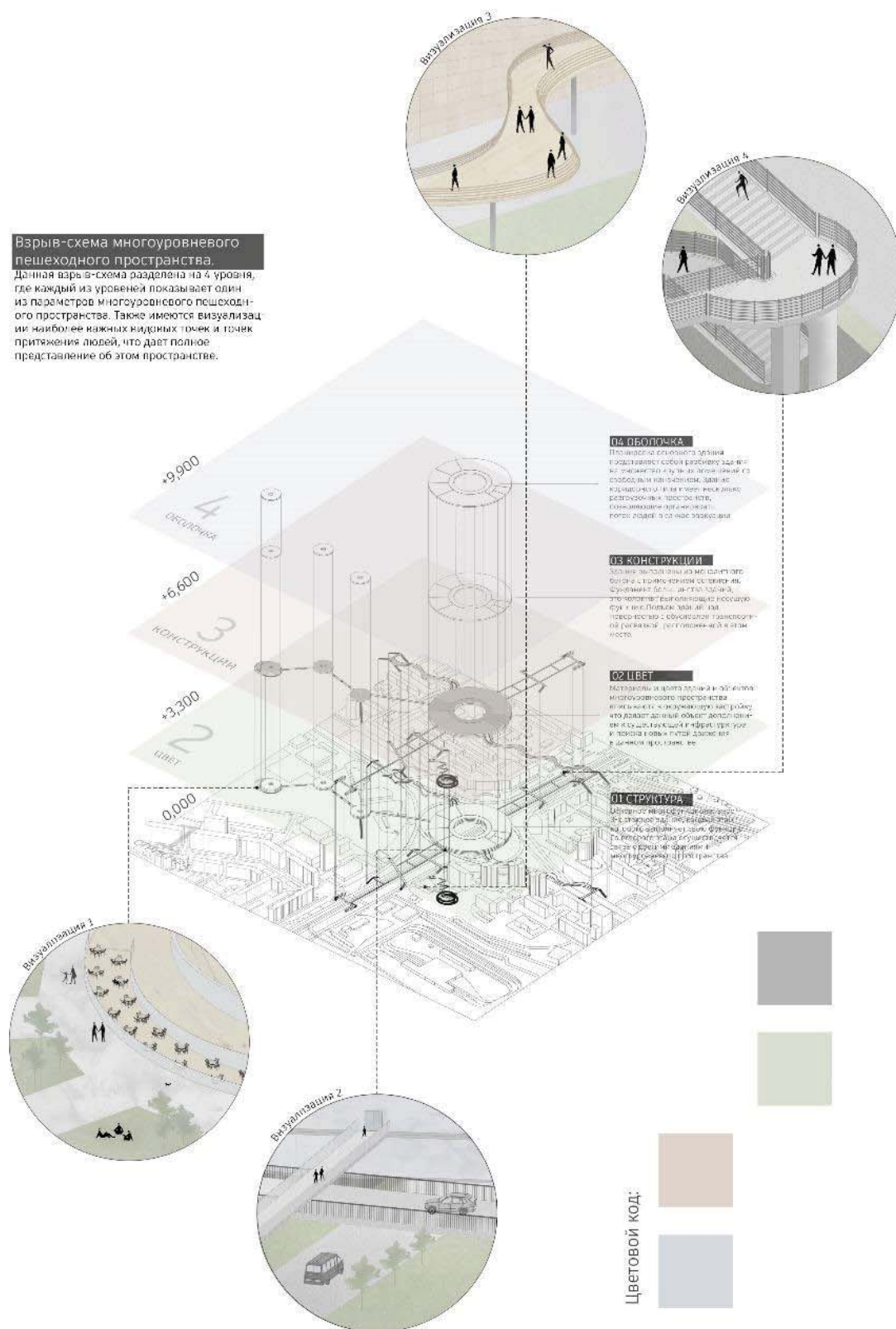


Рисунок 13 - Взрыв-схема уровней развязки

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОУРОВНЕВОГО ПЕШЕХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА
В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ (РАЗВЯЗКА ПАЛОВСКИЙ ТРАКТ
– УЛ. МАЛАХОВА)



Рисунок 14 – Развертка по улице Малахова.



Рисунок 15 – Развертка по Павловскому тракту.



Рисунок 16 – Разрез по Павловскому тракту.



Рисунок 17 – Визуализация 1. Общий план, вид сверху.



Рисунок 19 – Визуализация 3. Вход на второй уровень со стороны парка.



Рисунок 18 – Визуализация 2. Пешеходный мост на улице Малахова.



Рисунок 20 – Визуализация 4. Вход на второй уровень через кафе с другой стороны парка.

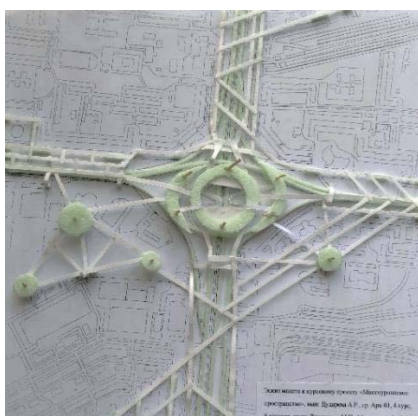


Рисунок 21 – Поисковый макет. Фрагмент.



Рисунок 22 – Поисковый макет. Общий вид.

Заключение

В результате исследования удалось выяснить, что практически во всех районах города Барнаула отсутствует сформированная сеть пешеходных путей. На основе проблемы, социального аспекта, было предложено проектно-концептуальное решение, позволяющее решить проблему нехватки пешеходных связей данной территории? Таким образом, проектное решение было представлено в виде схем, разверток по улицам, разрезу, фотографиям, в том числе фотофиксациям участка, визуализациям, макета, что дает полноценное представление о данном объекте. Также было рассмотрен учет потребностей, предпочтений и особенностей целевых групп пользователей, обеспечение доступности, безопасности, а также предоставление разнообразных возможностей для активного отдыха и социального взаимодействия - все эти факторы являются залогом создания действительно эффективных общественных пространств, с опорой на аналоговую, нормативную базы, с учетом развития тенденций проектирования в отдельно взятой отрасли.

Гипотеза подтвердилась, действительно после создания новой сети пешеходных связей наблюдается значительный рост количественных и качественных показателей.

Внедрение современных подходов на основе лучших проектов, ориентированных на человека и его потребности, позволяет архитекторам формировать пешеходные зоны, которые становятся новыми точками притяжения в городе, способствуя повышению качества жизни и развитию социальной активности горожан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никандров В. В.: Неэмпирические методы психологии: Учеб. пособие. — СПб.: Речь, 2003. — 53 с. учеб. пособие. М.: Астрель; Тверь: АСТ, 2006. 319 с.
2. Хай-Лайн - Нью-Йорк, США [Электронный ресурс]. — URL: <https://ermakvagus.com/North%20America/usa/high-line-rus.html> (дата обращения 05.09.2024)
3. Божко О. Площади, парки и променады: 10 лучших общественных пространств в мире [сайт]. — URL: <https://www.interior.ru/design/13835-ploschadi-parki-i-promenadi-10-luchshih-obshchestvennih-prostranstv-v-mire.html> (дата обращения: 05.09.2024)
4. Косолапова М. Футуристичный пешеходный мост в Алматы по проекту бюро «Атриум» [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.interior.ru/architecture/14009-futuristichnii-peshehodnii-most-v-almati-po-proektu-arhitektturnoi-masterskoi-atruium.html> (дата обращения: 05.09.2024)
5. Пешеходный мост BP - trasyy - LiveJournal [Электронный ресурс]. // URL: <https://trasyy.livejournal.com/914444.html> (дата обращения: 07.09.2024)
6. Проспект Аль-Фараби планируют реконструировать [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.kp.kz/online/news/4260175/> (дата обращения: 07.09.2024)
7. Мост через Аль-Фараби и соединение Парка Первого Президента с озером Сайран. Эскизы проектов развития Алматы [Электронный ресурс]. // URL: <https://informburo.kz/stati/most-cerez-al-farabi-i-soedinenie-parka-pervogo-prezidenta-s-ozerom-sairan-eskizy-proektov-razvitiya-almaty> (дата обращения: 07.09.2024)
8. В районе Очаково-Матвеевское построят изогнутый пешеходный мост [Электронный ресурс]. // URL: <https://kudago.com/msk/news/v-rajone-ochakovo-matveevskoe/> (дата обращения: 07.09.2024)
9. Пешеходный мост свяжет три жилых квартала ПИК [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.pik.ru/news/73267> (дата обращения: 07.09.2024)

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В. Д. Жолобова, Р. С. Жуковский

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В данной статье рассматривается концепция архитектурно-градостроительных решений на территории села Заваль в Иркутской области. Проект направлен на сохранение территорий и развитие малонаселенных муниципальных образований.

Ключевые слова: поселение, архитектурный проект, село Заваль, традиции коренных народов Иркутской области.

Введение

Все чаще молодое поколение отказывается от жизни в городской суеде и отдает предпочтение жизни в маленьких городах или деревнях. Причин на это много: постоянная суеда, «борьба» за жизнь, плохая экология [1].

Также в современном мире развиваются и расширяются существующие большие города, забыв про маленькие места. В следствии чего происходит отток населения, вымирание деревень и потеря контроля над территориями, которые можно использовать для развития инфраструктуры.

Село Заваль – бывший населенный пункт среди леса с большой территорией и

всеми сетями, который идеально подходит для создания новой современной инфраструктуры.

Место проектирования

Сельское поселение расположено в Иркутской области, Куйтунском районе, Новотельбинском муниципальном образовании на месте села Заваль на берегу реки Ока притока Ангары (см. рис. 1).

Климат местности резко-континентальный с продолжительной зимой и жарким летом. Отличается большим колебанием температур. Преобладающее направление ветра – юго-восточное [2].

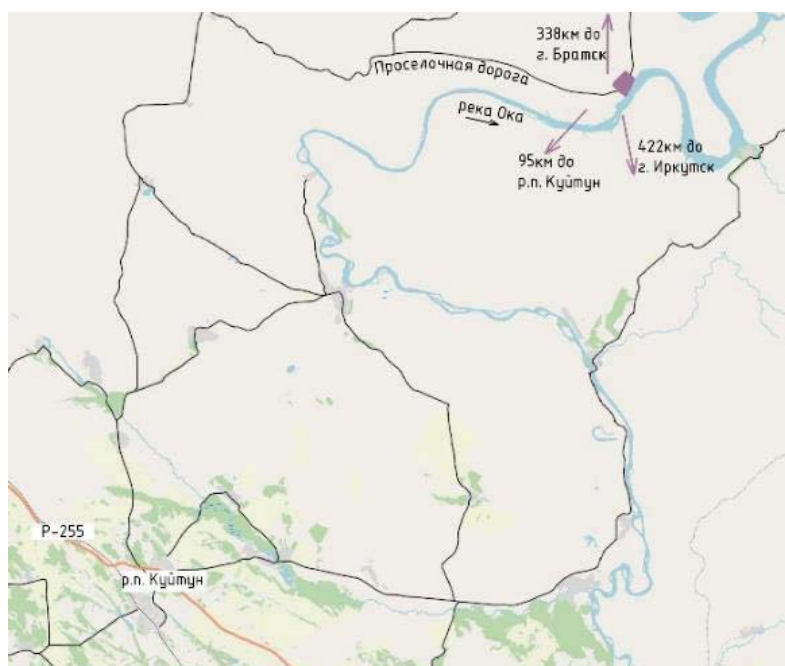


Рисунок 1 – Схема ситуационного плана. Участок отмечен розовым цветом

Территория покрыта густым лесным массивом. Негативными факторами выступают несанкционированные свалки из-за отсутствия организованного вывоза мусора и потеря контроля над территории, в следствии оттока населения [3].

Территория, выбранная для проектирования, обладает потенциалом для создания и развития сельского поселения с туристической базой и животноводством.

Архитектурная концепция

Географический фактор:

Проектируемая местность дает возможность для создания тихого, уединенного поселения и гармоничной с природой туристической базой. Окружение лесным массивом и огибание рекой дает ощущение спокойствия и «обнимания». Равнинная местность позволит удобно запроектировать здания, а резкий уклон к реке станет серпантинком к ней.

Здесь планируется создать пространство, основанное на элементах жизни коренных народов Иркутской области. Именно это встанет в основе концепции архитектуры и планировочного решения поселения.

Социальный фактор:

Появление новых рабочих мест в поселении, туристической базе и агропромышленной зоны для будущего населения и населения из существующих поселений. Появится современная инфраструктура, досуг, удобное жилье. Также появятся новые образовательные организации, так как на данный момент она одна в п. Новая Тельба и в плохом состоянии.

Общественный образ будет основываться на раннее упомянутой жизни коренных народов. Создание кварталов – аалы, с большим количеством зелени в кварталах – отражение почитания природы. Много мест отдыха для проведения времени с семьей и с самим собой.

Данный образ жизни будет популярен среди современной молодежи – многие устали от городской суеты и шума, плохой экологии и быстрого темпа жизни.

Этнокультурный фактор:

Данный фактор ляжет в основу визуального образа: градостроительный облик, архитектурный облик, образ жизни и мышления, агропромышленная функция.

На территории Иркутской области исторически жили коренные народы, которые на данный момент являются и документально подтверждены малочисленными [4]. Их составляли по большей части: тофалары, эвен-

ки и буряты. Вся их культура и образ жизни основаны на шаманизме – обожествлении сил природы и умерших предков, анимизме – духи-хозяева природы и животные-покровители, общинном образе жизни. Получали сырье и передвигались с помощью северных оленей [5].

Функциональный фактор:

Изучив все факторы, все проанализировав, можно сказать про зоны и архитектуру селитебной и вакационной зон.

Селитебная зона состоит из зоны общественного центра, зоны жилой застройки, рекреационной зоны, акватория. Вакационная зона – зона жилой застройки, общественная зона и рекреационная зона.

Архитектура зон будет гармонично запроектирована в природе, создать характер общности и напоминать облик традиционного жилища.

Появится большая общественная площадь для местных гуляний и празднований, где можно будет устраивать посиделки, концерты, кострища и так далее. Для поддержания и отсылки к анимизму появится много парков, скверов, дополнительного озеленения.

Часть жителей будет заниматься оленеводством – разводить, получать сырье, использовать для езды.

Визуальный образ:

Как было упомянуто ранее, в основу визуального облика лягут элементы жизни и культуры коренных народов.

Генеральный план

Генеральный план разработан с учетом норм и правил проектирования, сценарным движением, особенностями рельефа и ландшафта. Градостроительный облик основан на шаманских рисунках (см. рис. 2)

1. Градостроительный облик – рисунки шаманов и коренных жителей.

2. Просторные обобщенные кварталы блокированной застройки и образ традиционного жилья - общинный образ жизни и жилье.

3. Размещение среди леса, создание большого количества рекреационных зон – почитание природы.

4. Агропромышленная функция – оленеводство.

5. Цветовое решение будет выражаться в разных оттенках дерева: белое, обычное, рыжее, темное, и сером камне – штукатурка.

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)



Условные обозначения:

	Газон территории		Плиточное мощение
	Газон участка		Покрытие из резиновой крошки
	Газон пастбища		Досчатый настил
	Поле		Каменные дорожки
	Асфальт		Хвойные деревья

Рисунок 2 – Генеральный план поселения

ЭКСПЛИКАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Село:

- 1 Административно-общественный центр
- 2 Дом культуры
- 3 Сцена
- 4 Медицинское учреждение
- 5 Торговый центр
- 6 Общеобразовательная школа
- 7 Стадион
- 8 ДДУ
- 9 Площадки ДДУ
- 10 Здание экстренных служб
- 11 Автовокзал
- 12 Детская/спортивная площадка

Они будут отражаться в:

- 13 Парковка

Оленеводство

- 1 Администрация
- 2 Стойло
- 3 Пастбище
- 4 Парковка

Туристическая база

- 1 Администрация
- 2 Ресторан
- 3 Спортивно-оздоровительный комплекс
- 4 Охранный пункт
- 5 Парковка

Двигаясь по транзиту, с левой стороны жителя или гостя встречает туристическая база. На въезде и в конце территории располагается открытая автостоянка с охранным

пунктом, в центре расположены здание администрации, ресторан и здание спа-услуг. От центра в четыре стороны расходятся жилые дома для 2, 4 и 6 гостей, напоминающие чумы – традиционные жилища коренных народов Сибирской тайги. С боков проездом есть возможность вернуться на транзит.

Продвигаясь прямо по транзиту, проезжая туристическую зону, также слева располагается агропромышленная зона – оленеводство. На въезде находится открытая парковка, рядом здание администрации. Оставшуюся территорию занимают пастбище, стойло, здание для хранения продукции и парковая зона для прогулок в любое время года и катании на санях зимой.

С противоположной стороны по транзиту от агропромышленной зоны располагается поселение. Съезжая на главную дорогу, жителя или гостя встречает здание экстренных служб, далее появляются жилые кварталы. Подъезжая к центру, с правой стороны находится торговый центр, далее в центре, кото-

рый представляет собой круг, находятся административно-общественное здание, дом культуры и уличная сцена, снизу находится медицинское учреждение, остальной центр – скверы и прогулочные дорожки, вокруг центра – жилые кварталы и скверы. Продолжая путь по главной дороге, попадаем в другую часть поселения с жилыми кварталами, школой со спортивным двором, детским дошкольным учреждением, скверами. Параллельно поселку к реке проходит набережная с причалом для малого судоходства, гости из туристической базы по отдельной тропе или через поселение также смогут ее посетить.

АРХИТЕКТУРА

Туристические дома

Продолжая тему концепции, для туристических домов был взят облик жилищ коренных жителей – чумов. Дома деревянные с панорамным остеклением, двускатной кровлей. Главной особенностью является камин в середине, отсылающий к чумам (см. рис. 3).

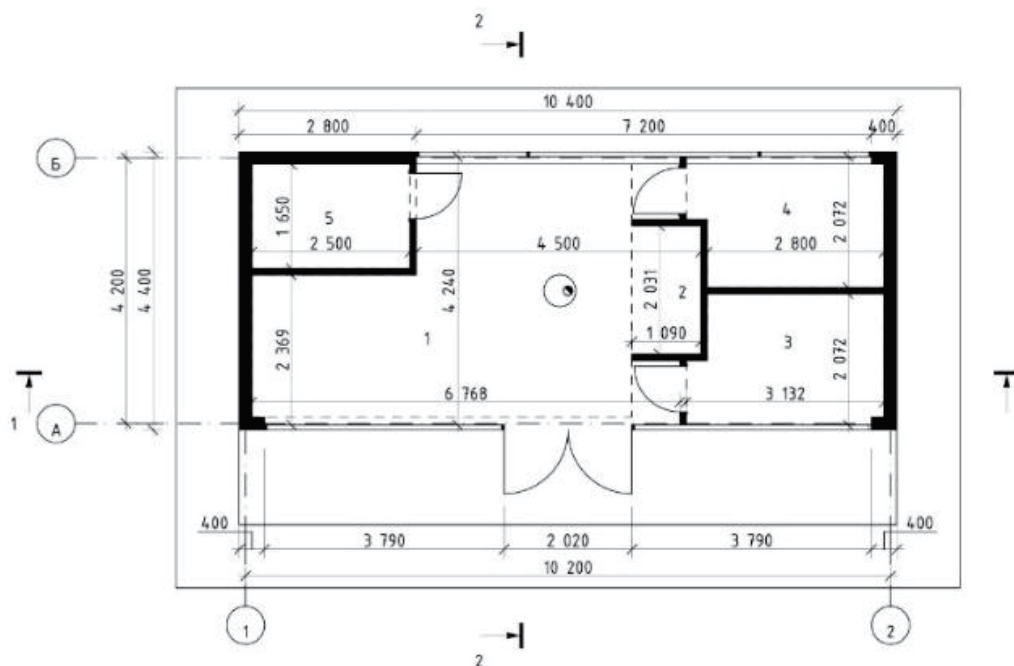


Рисунок 3 – План туристического дома на 4 человек

Вокруг дома сделано мощение (отмостка), по которой можно обойти дом в круг и выйти на тропинки территории. Туристическая база будет предоставлять три вида размещения: для двух, четырех и шести человек (см. рис. 4, рис. 5).

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)



Рисунок 5 – Визуализации жилого дома на 4 человека



Рисунок 4 – Фасады туристического дома на 4 человека

Административно-общественный центр

На основании концепции проекта и функций здания было принято решение взять за основу облика административно-общественного здания инструмент шаманов для обрядов – часть бубна (см. рис. 6, рис. 7).

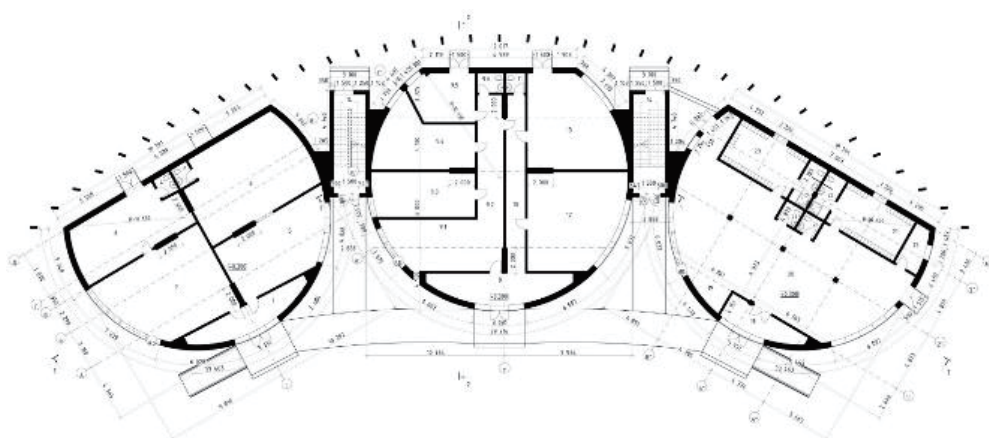


Рисунок 6 – План первого этажа административно-общественного центра

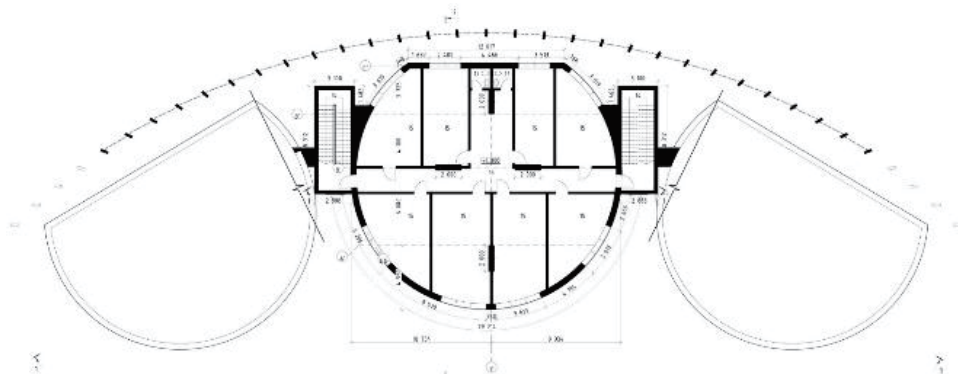


Рисунок 7 – План второго этажа административно-общественного центра

Большую часть здания составляет остекление, отделка из штукатурки и деревянных вставок. Дополнительно с задней стороны

здание украшает монолитная железобетонная колоннада под дерево (см. рис. 8, рис. 9).



Рисунок 8 – Фасады административно-общественного центра



Рисунок 9 – Визуализации административно-общественного центра

Дом культуры

Дом культуры предназначен для проведения массовых мероприятий (концерты, фестивали, дискотеки), организации досуга (библиотека, различные кружки, выставки,

кинопоказы). Для правильного функционирования и разведения людей за основу был взят рисунок шаманов с разветвлениями (см. рис. 10, рис. 11).

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С.
ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

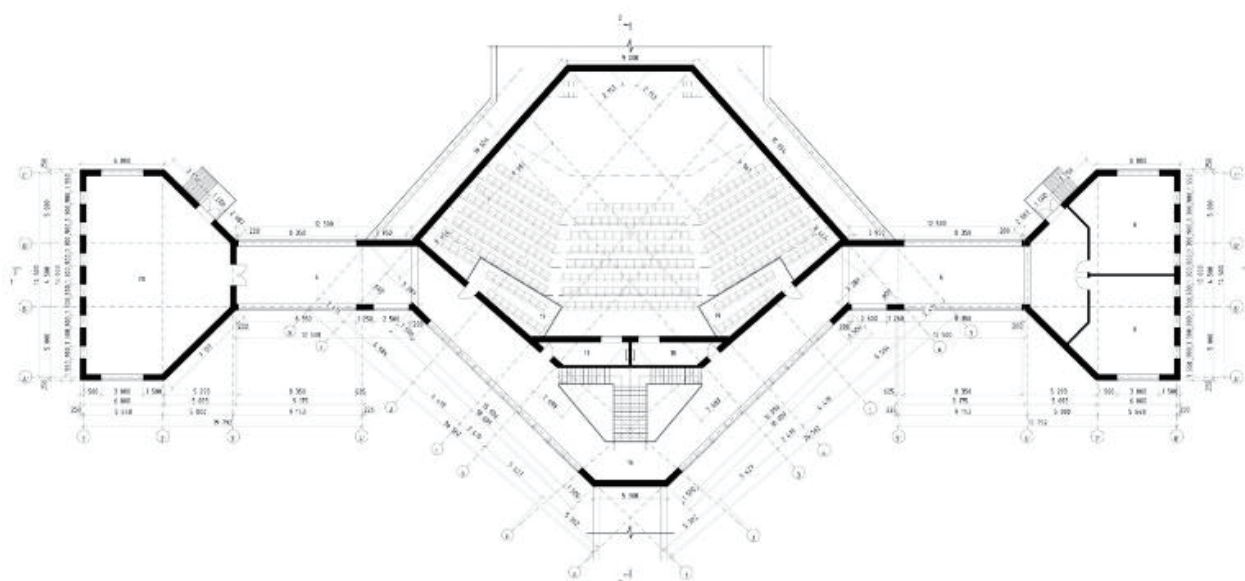


Рисунок 10 – План первого этажа дома культуры

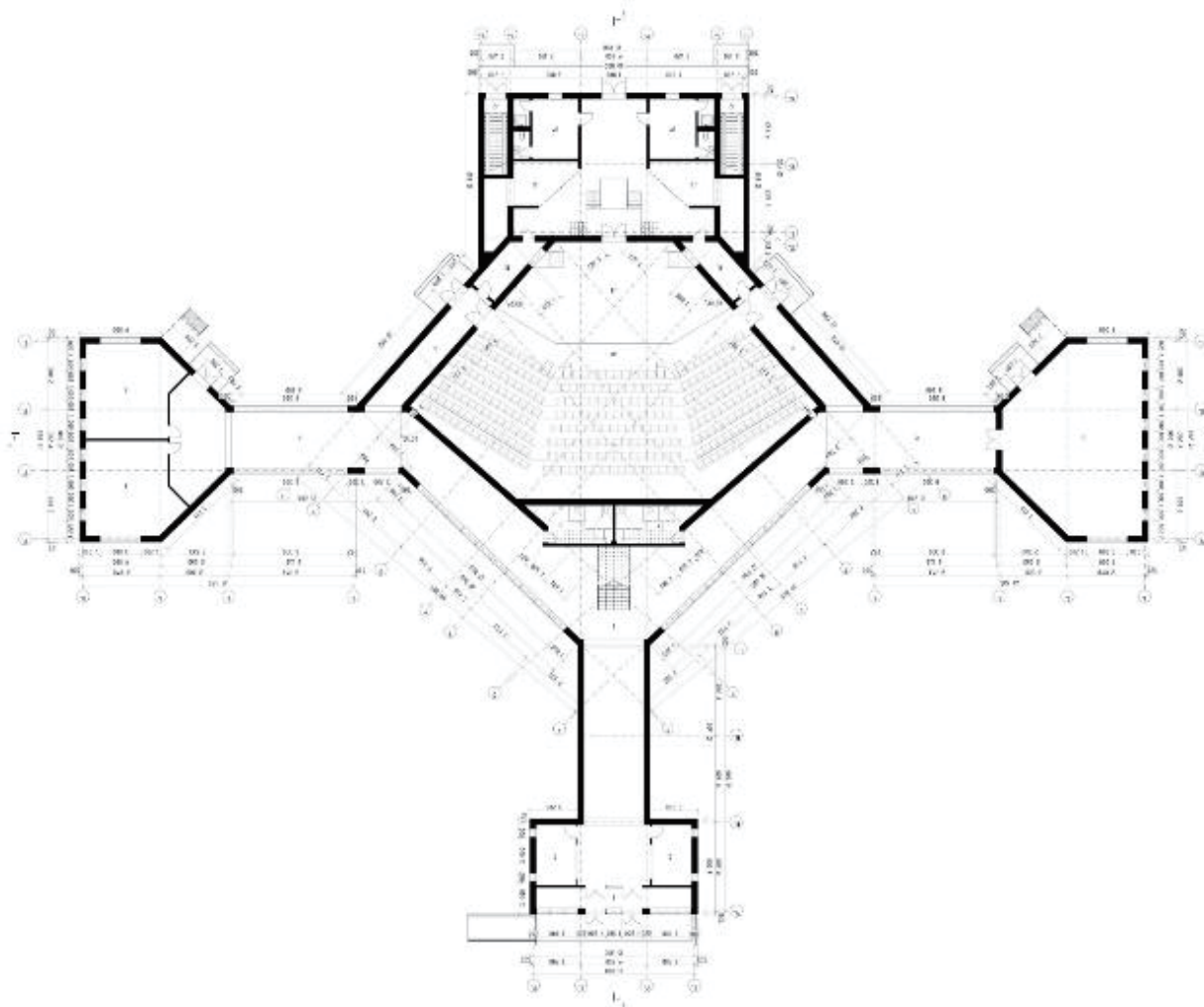


Рисунок 11 – План второго этажа дома культуры

Здание имеет большую площадь остекления, выделенное деревом для сближения с природой. Купол на крыше выполнен в виде

коренного жилища – многоугольник из матового стекла (см. рис. 12, рис. 13).



Рисунок 12 – Фасады дома культуры



Рисунок 13 – Визуализации дома культуры

Вывод

Проектируемое поселение даст возможность молодежи и другим жителям ближайших населенных пунктов, поспособствует улучшению и развитию Куйтунского района.

Помимо представленных в статье решений в разработке были: блокированная жилая застройка и ресторан.

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Названа реальная причина бегства молодежи из мегаполисов в деревни [Электронный ресурс].- URL: <https://news.ru/society/nazvana-realnaya-prichina-begstva-molodezhi-iz-megapolisov-v-derevni> (дата обращения 27.03.2026)
2. Климат [Электронный ресурс].- URL: <https://xn----7sbbdcu6blj7b8g5a.xn--p1ai/poselenie/> (дата обращения 27.03.2026)
3. Об утверждении муниципальной программы муниципального образования Куйтунский район «Охрана окружающей среды» на 2019 2022 годы : Постановление. Администрация муниципального образования Куйтунский район от 13.07.2018 № 377-п
4. О гарантии прав коренных малочисленных народов Российской Федерации : Федеральный Закон Российской Федерация от 07.02.2022 // - 2022. – 7 февраля.

5. Культура. Традиции и обычаи [Электронный ресурс].- URL: <https://russiacb.com/regions/irkutskaya-oblast/culture-irkutsk/> (дата обращения 27.03.2026)

Жолобова В. Д. – студент.

Жуковский Роман Сергеевич – к.арх, доцент, зав. каф. АрхДи ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова»

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И НАВИГАЦИИ СОБЫТИЙНОГО МЕРОПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ФЕСТИВАЛЯ «ЯРИЛО»

К. А. Жукова, Ю.В. Раменская

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В статье рассматриваются понятия, принципы и приемы разработки графической визуализации и навигации событийного мероприятия. Предоставлен сжатый анализ отечественных и зарубежных аналогов этнических фестивалей. Наибольшее внимание в статье уделено этапам формирования графического образа и эмблемы «Ярило».

Ключевые слова: событийное мероприятие, навигационная система, культурный код, нейронные сети, культурный туризм, графическая визуализация.

На сегодняшний день общество в России все чаще проявляет интерес к изучению отечественной истории, культурных традиций и вере предков. Одновременно с этим растет внутренний туристический поток, особенно — внимание россиян к событийному формату отдыха, в котором они могут выступать не только в качестве зрителя, но и сумеют участвовать в традиционных обрядах. В этом контексте создание фестиваля, отвечающего таким запросам населения, невозможно без хорошо продуманной дизайн-концепции графической визуализации и навигации. Ведь роль визуального языка заключается не только в эстетически привлекательном оформлении мероприятия, но и в том, чтобы служить связующим звеном, объединяющим различные виды досуга (например, выступления на сцене, ярмарки и мастер-классы) в целостный фестиваль, способный удержать внимание целевой аудитории. Этнический фестиваль «Ярило» выступает в качестве прямого ответа на интерес россиян к поиску своего культурного кода и дает возможность погрузиться в него посредством интерактивного опыта. На мероприятии осуществляются такие обрядовые действия, как: прыжки через костер, пускание венков по воде и гадание, ведение хороводов и другие традиционные славянские командные игры. Все это подается в приближенном к современности, актуальном ключе.

Целью исследования служит разработка дизайн-концепции графического сопровождения этнического фестиваля «Ярило», приуроченного ко дню Ивана Купала, которая будет

репрезентировать славянские традиции и обычаи.

Объектом исследования является комплексная айдентика событийных мероприятий.

Предметом исследования выступает комплексная айдентика этнических фестивалей.

Ярким подтверждением актуальности выбранной темы служат примеры из реальной общественной практики. Таким образом, в 2023 году на площадке Общественной палаты РФ состоялся IV всероссийский форум «ДНК России: культурное наследие как ресурс для развития территорий», главной темой которого стало сохранение духовного наследия страны. В рамках данного мероприятия был дан старт для передвижного просветительского выставочного проекта «ДНК России: славянское наследие». В пяти городах были организованы выставки, в которых молодые отечественные художники совместно со специалистами по славянской культуре создали визуальные интерпретации свыше 50 древних мифических образов. Также, на территории страны ежегодно проводится фестиваль «Золотой Витязь», основанный в 1992 году народным артистом России Николаем Бурляевым. Это масштабное мероприятие, которое выступает культурным мостом между славянскими народами, объединяя кинематограф, музыку, живопись и литературу. Девиз форума звучит следующим образом: «За нравственные идеалы. За возвышение души человека» и имеет настолько актуальный для Российской Федерации посыл, что лег в основу

ву одного из правовых актов. Редакция журнала «Фома» отмечает следующее: «Президент «Золотого витязя» признался, что при его участии и с помощью Предстоятеля Русской Церкви, девиз кинофорума фактически лег в основу Указа Президента России Владимира Путина от 24 декабря 2014 года «Об утверждении Основ государственной культурной политики» [1].

Однако, несмотря на большое количество мероприятий, направленных на сохранение народной культуры, большинство из них не обладает профессионально разработанной визуальной идентификацией. Частой проблемой являются стилистически разрозненные эмблема и графический образ, пиктограммы, а также несочетающиеся между собой шрифтовые гарнитуры и отсутствие единого стилистического образа. Профессионалы в области дизайна и рекламы Федорова А.В., Лагутина М.А. и Буханов Г.В. в своей статье отмечают: «Внешние визуальные атрибуты могут помочь потребителям запомнить внутреннее качество продукта. Отличительный, эмоционально привлекательный и качественный дизайн может создать представление о продуктах, как о высококачественных, может создать бесплатную рекламу, может повлиять на лояльность потребителей и дифференцировать компанию и ее продукты. Визуальные стимулы могут быть эффективными, потому что они усваиваются быстрее и остаются в памяти значительно дольше, чем вербальные элементы коммуникации. Визуальные идентификаторы, имеющие внешнюю ценность, должны со временем приобретать и внутреннюю» [3].

Исходя из этого, целью проекта является разработка дизайн-концепции графической визуализации этнического фестиваля «Ярило». Прежде чем начать работу, было принято решение изучить целевую аудиторию — это помогает определиться с тем, в какую сторону двигаться. «Ярило» проводится для людей, в основе увлечений которых лежит устойчивый интерес к славянской истории, традициям, обычаям и обрядовой культуре. Они ценят ручной труд и этнические мотивы в музыке и кинематографе, ориентированы на культурный туризм, ведут активный и осознанный образ жизни. Подобный фестиваль для них — не просто развлечение, а место для эмоциональной разгрузки и получения новых впечатлений. Уровень достатка сред-

ний и выше среднего. Они готовы заплатить за качественную организацию, аутентичный образ фестиваля и комфорт. Зачастую семейные пары или люди, состоящие в отношениях. Любят проводить время в компании близких друзей, но открыты к новым знакомствам.

Перед поиском визуального образа также было необходимо проанализировать аналоги зарубежного и отечественного опыта (Рис. 1). Среди них — этнические фестивали, раскрывающие культурное многообразие различных народов России и мира. В рамках исследования рассматривались следующие аспекты: визуально-коммуникативные решения, навигационные системы, полиграфическая и сувенирная продукция, рекламно-информационные материалы. В результате аналитической работы, были выявлены ключевые характеристики, учтенные при разработке «Ярило»: узнаваемый и выразительный стиль графических элементов; сбалансированность и динамика композиции; продуманный цветовой код, отражающий этническую составляющую. Наиболее удачные аналоги, созданные профессиональными графическими дизайнерами, придерживались следующих принципов:

1. Модульная система.
2. Грамотная работа с цветом
3. Принцип трансформации культурного наследия

Гибридный подход к визуализации После ознакомления с такими ключевыми понятиями, как история праздника Ивана Купала и примеры ярких визуальных славянских образов, встречающихся в культуре, а также проанализировав наиболее яркие отечественные и зарубежные аналоги визуальной идентификации этнических фестивалей и ознакомившись с трудами исследователей, которые пишут о принципах и приемах создания комплексной идентификации, визуализации и навигации, было принято решение приступить к разработке дизайн-концепции и навигации «Ярило», используя такие приемы, как:

1. Геометризация орнамента
2. Использование цвета, отражающего этническую составляющую
3. Упрощение сложных орнаментов до лаконичных графических форм
4. Симбиоз традиционных элементов и цифровых изображений

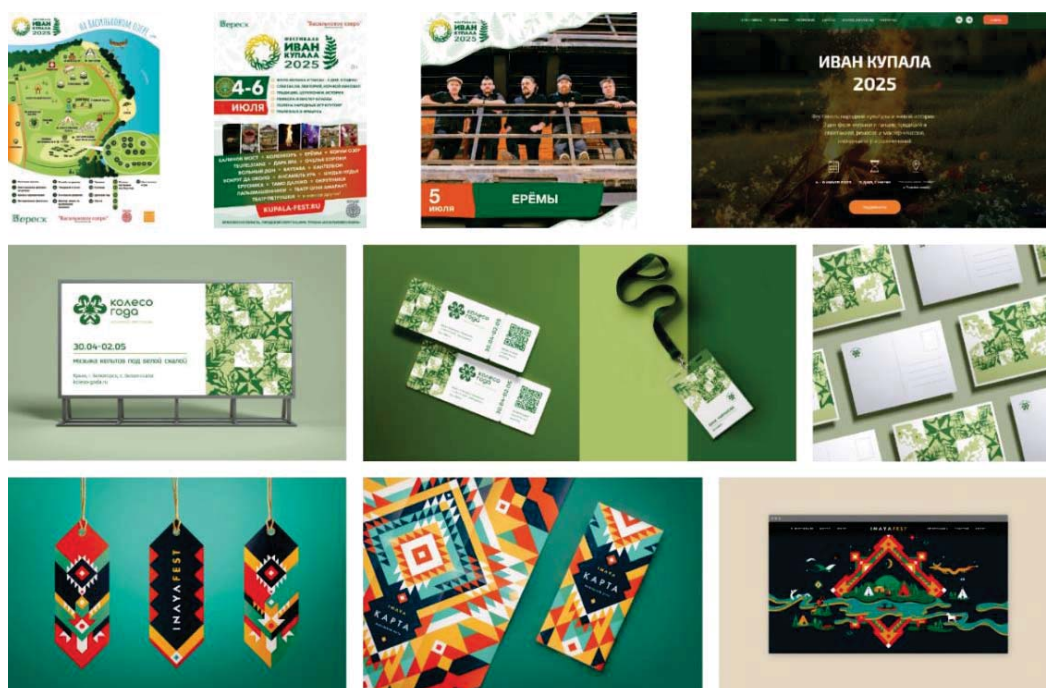


Рисунок 1 – Примеры аналогов

Главной задачей визуального оформления проекта стало создание лаконичного современного графического языка, который отразит суть праздника через призму современных тенденций.

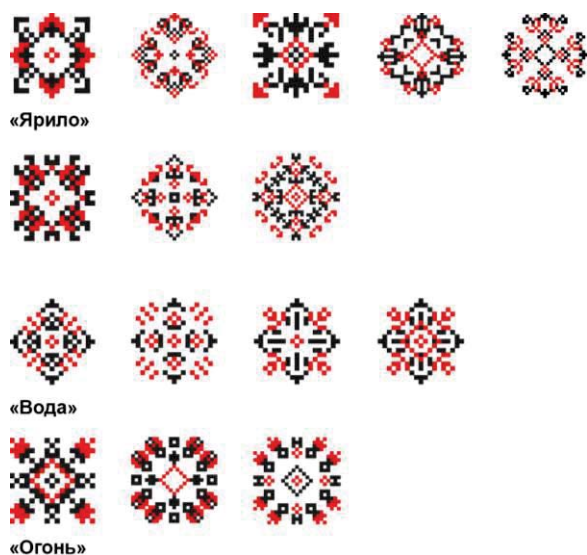


Рисунок 2 – Элементы вышивки, созданные по принципу Бродиевского письма

При поиске главных образов и символов русской культуры было выявлено частое использование вышивки в качестве обрядовой, защитной и декоративной функции украшения одежды, поэтому в качестве парадигмы проекта (его главной формы) была выбрана традиционная славянская вышивка,

как наиболее узнаваемый элемент культурного кода. Первым вариантом вышивки стало Бродиевское письмо (Рис. 2) — традиционная техника, в основе которой лежит принцип визуализации звуков: каждый звук или буква алфавита имеют собственный графический код — уникальный узор.

Однако графический образ нуждался в доработке. Вышивка по методу Бродиевского письма выглядела слишком детализированной, особенно учитывая главную суть выбранной для фестиваля концепции — лаконичность и минимализм. Спустя какое-то время, в ходе работы, был утвержден окончательный вариант графического образа: сложные переплетения нитей вышивки приведены в наиболее простые формы, где за основу лег модуль — квадрат. Такой символ был выбран по причине особенной связи славянской культуры с такой простой формой. Например, археолог Борис Рыбаков писал: «При постройке новой избы (что являлось естественным продолжением образования новой семьи) глава семьи должен был освятить участок земли, отведенный под постройку нового жилища. С этой целью он чертил на земле большой *квадрат*, размером с усадьбу, делил этот квадрат на четыре части так, чтобы образовалось четыре малых квадрата. Затем хозяин будущей усадьбы отправлялся «на все четыре стороны» и приносил с четырех полей по большому камню. Камни укладывались в центре каждого малого квадрата, начерченного

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

на земле. После этого земля будущей усадьбы считалась освященной» [2].



Рисунок 3 – Генезис графического образа



Рисунок 4 – Выбранные графические элементы



Рисунок 5 – Изображения, сгенерированные в Nano Banana Pro AI

Ключевой особенностью визуальной идентификации «Ярило» является синтез геометрии и фотографий, сгенерированных с помощью искусственного интеллекта. Используя знания для создания запросов и нейронную сеть Nano Banana Pro Ai, был сгенерирован ряд изображений (Рис. 5), напрямую связанных с праздником Ивана Купала. Они наиболее точно передают динамику события — это яркие кадры, на которых запе-

чатлены различные обряды и ритуалы, привычные для славянского общества.

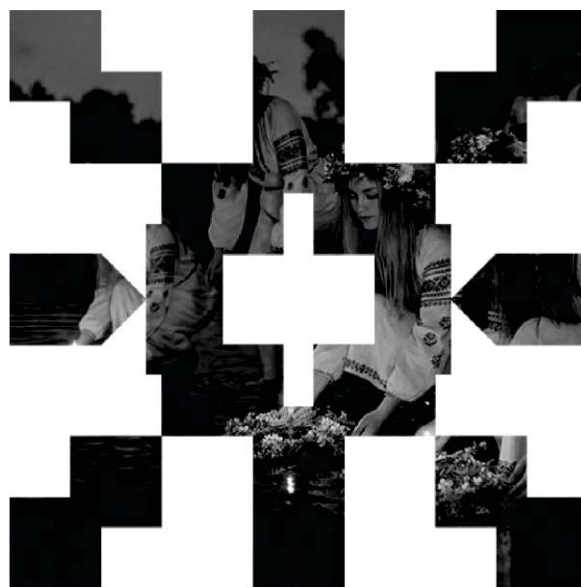


Рисунок 6 – Сочетание сгенерированного изображения и орнамента в графическом образе

Визуальные материалы, созданные с использованием нейронных сетей, органично вписываются в концепцию фестиваля благодаря продуманному сочетанию цифровых технологий и традиционных ремесленных принципов. Это позволяет интегрировать любой сюжет в форму и наоборот, не теряя при этом главного символа фестиваля — праздника Ивана Купалы, где природа и человек сливаются воедино. Таким образом, дизайн-концепция визуализации фестиваля «Ярило» доказывает, что обращение к своему культурному коду не равнозначно отказу от современности. Через модульную сетку и фотографии создается идентификация, которая говорит с аудиторией на понятном ей языке, но при этом транслирует уникальные смыслы праздника Ивана Купалы.

Отталкиваясь от сведений о славянской культуре и выбранного графического образа, было принято решение начать разработку эмблемы мероприятия (Рис. 7).

В ходе консультации с научным руководителем был выбран один из предложенных вариантов эмблемы (Рис. 8): слово «Ярило», выполненное традиционным исконным славянским письмом — вязью, и заключенное в круг. Однако в процессе разработки дизайна возникло несоответствие между геометрической основой графического изображения и круглой формой эмблемы. Круг как

отдельный элемент нарушал целостность модульной системы, построенной на квадратах.

Для устранения этого диссонанса было решено сохранить использование шрифта, но изменить его композицию, включив буквенные элементы в квадрат — ключевой модуль визуальной идентичности (Рис. 9). В системе визуальной коммуникации событийного мероприятия особую значимость приобретает серия городских плакатов сити-формата (Рис. 9). Данные рекламные носители выполняют двойную функцию: информируют потенциальных посетителей о программе фестиваля и формируют его уникальный образ.



Рисунок 7 – Фор-эскизы эмблемы «Ярило»

Концепция плакатной серии строится на раскрытии ключевых мероприятий фестиваля «Ярило» — от традиционных обрядов плетения венков до ритуальных прыжков через очищающий костер. Каждый плакат представляет собой лаконичную визуальнотекстовую композицию, где краткий заголовок акцентирует тематику мероприятия



Рисунок 8 – Фор-эскизы эмблемы «Ярило»

После утверждения окончательной версии эмблемы, был начат процесс адаптации графического языка к различным носителям:

Полиграфическая продукция: серия афиш, навигационный буклет, билеты

Рекламно-информативные материалы:

Навигационная система

Сувенирная продукция

Интерактивные носители: концепция сайта-лендинга для фестиваля «Ярило»

Следующим носителем для фестиваля является буклет (Рис. 11), включающий в себя сразу несколько функций: эстетическая, информационная и навигационная. Он включает в себя программу проведения мероприятий, список площадок, карту и qr-код с ссыл-

кой на сайт. Помимо этого, носитель обладает своей уникальной структурой и небольшим размером в сложенном виде (20x20 см). Такие параметры обеспечивают удобство использования: буклет легко помещается в сумке, кармане или руке посетителя, не создавая дискомфорта.

АРХИТЕКТУРА ЗАСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ В ТАЁЖНОЙ МЕСТНОСТИ (С. ЗАВАЛЬ, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)



Помимо всего вышеперечисленного, фестиваль «Ярило» представляет своим посетителям навигационную систему, включающую в себя карту, расположенную на буклете, систему указателей (Рис. 13) и пиктограмм. Также, мероприятие обладает своей сувенирной (жестяные банки с квасом (Рис. 14), шоперы (Рис. 15), чехлы для смартфона (Рис. 16)) и полиграфической продукцией (бейджи (Рис. 17), билеты (Рис. 18)) и браслетами (Рис. 19), которые человек получает на входе. Создание визуальной идентичности и навигационной системы для событийного мероприятия представляет собой сложный процесс проектирования художественных решений и функциональных задач.

Рисунок 9 – Итоговый вариант эмблемы



Рисунок 10 – Серия плакатов



Рисунок 11 – Буклет с лицевой и оборотной стороны в процессе раскладывания

Официальный сайт событийного мероприятия (Рис. 12) служит важным инструментом продвижения, визуально отражая тематику фестиваля через графический образ и

аутентичную типографику, одновременно предоставляя детальную программу мероприятий и маршрутами проезда, что позволяет посетителям заранее планировать участие,

выбирать интересующие активности и быстро находить транспортные варианты.

Грамотно разработанная система позволяет не только обеспечить удобство ориентации на территории, но и сформировать эмоциональную связь с аудиторией. Однако при

работе с этническими фестивалями, такими как «Ярило», дизайнер сталкивается с особыми трудностями — необходимостью балансировать между современными визуальными трендами и аутентичным культурным кодом.



Рисунок 12 – Сайт «Ярило»



Рисунок 13 – Система указателей



Рисунок 14 – Жестяные банки с квасом

Любая неточность в интерпретации традиционных символов может привести к искажению восприятия или даже вызвать критику со стороны знатоков той или иной культуры.

Ключевыми этапами процесса работы над «Ярило» стали: анализ исторических источников (вышивка, орнаменты, история празднования Ивана Купала), использование традиционных образов с их последующей адаптацией к современным носителям, разработка навигационной системы пиктограмм и указателей. Этот опыт подтверждает, что

проектирование визуализации для событийных мероприятий требует не только профессиональных навыков в области дизайна, но и глубокого понимания культурного контекста, а также способности к синтезу традиционного и современного визуальных языков.



Рисунок 15 – Шоппер.



Рисунок 18 – Билеты



Рисунок 19 – Браслеты



Рисунок 16 – Чехлы для смартфона.



Рисунок 17 – Бейджи

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Девиз кинофорума «Золотой витязь» лег в основу стратегии государственной культурной политики, - Николай Бурляев. — Текст : электронный // Журнал ФОМА : [сайт]. — URL: <https://foma.ru/deviz-kinoforuma-zolotoy-vityaz-leg-v-osnovu-strategii-gosudarstvennoy-kulturnoy-politiki-nikolay-burlyayev.html> (дата обращения: 05.04.2026).
2. Рыбаков, Б. А. Язычество древних славян / Б. А. Рыбаков. — М. : Наука, 1981. — 607 с. — Текст : непосредственный.
3. Федорова, А.В. Проектирование вариативных систем визуальной идентификации бренда как инновационный подход в коммуникативном дизайне / А.В. Федорова, М.А. Лагутина, Г.В. Буханов // Российская школа связей с общественностью. 2023. №31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-variativnyh-sistem-vizualnoy-identifikatsii-brenda-kak-innovatsionnyy-podhod-v-kommunikativnom-dizayne> (дата обращения: 05.04.2026).

Раменская Ю.В. — профессор кафедры АрхДи ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова», e-mail: eto-uspeh@yandex.ru тел.: +7 (913) 212-36-36

Жукова К.А. — студент гр. ДИЗ–21, e-mail: tinallekseevna@yandex.ru, тел.: +7 (962) 819-74-64

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ КРАЙ — АЛТАЙ»

С.Д. Чертенкова, Ю.В. Раменская

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В статье рассматриваются актуальные вопросы разработки комплексной айдентики для некоммерческих и волонтерских организаций в современных условиях. Предоставлен сравнительный анализ аналогов отечественного и зарубежного опыта эко-брендинга. Подробно описан ход работы над поиском концепции идентичности организации «Чистый край — Алтай».

Ключевые слова: волонтерская организация, комплексная айдентика, экологический брендинг, визуальная коммуникация, фирменный стиль, Алтайский край, коммуникативный дизайн.

В современном российском обществе наблюдается устойчивая тенденция к росту гражданской активности и социального предпринимательства. Все больше неравнодушных людей объединяются для реализации социально значимых инициатив, что приводит к возникновению множества волонтерских организаций, включая стихийные некоммерческие объединения. Интерес к их деятельности возрастает, средства массовой информации и социальные сети все чаще освещают подобные проекты, формируя положительный образ добровольчества в глазах общественности. Однако для того, чтобы каждая организация была не только узнаваема по названию, но и имела устойчивый, профессиональный образ в общественном пространстве, возникает острая необходимость в разработке комплексной системы идентификации.

Визуальная идентичность является ключевым инструментом коммуникации между организацией и ее целевой аудиторией. Она позволяет транслировать ценности, миссию и цели проекта, способствуя формированию доверия и лояльности. Для волонтерских движений, которые

часто существуют за счет энтузиазма участников и поддержки партнеров, наличие качественного фирменного стиля становится фактором конкурентоспособности и устойчивости. В условиях информационного шума именно профессиональный дизайн помогает выделиться среди конкурентов и привлечь внимание потенциальных участников и спонсоров.

Проблематика исследования заключается в том, что на текущем этапе развития волонтерской организации «Чистый край — Алтай» наблюдается кризис визуальной идентификации. Организация при создании фирменной одежды (футболок, бейсболок) и полиграфической продукции ранее использовала заимствованный графический знак (рис.1), что противоречит законодательству Российской Федерации об авторских и смежных правах. Использование чужой интеллектуальной собственности не только несет юридические риски, но и размывает уникальность бренда, мешая формированию собственной идентичности. Кроме того, существующие визуальные решения носят фрагментарный характер и не объединены единой системой, что снижает эффективность коммуникации.



Рисунок 1 — Заимствованный организацией знак

В связи с этим актуальность разработки уникального фирменного стиля, отражающего специфику и ценности данной организации,

становится очевидной. Проект «Чистый край — Алтай» отвечает современным общественным тенденциям: интерес молодежи к волонтерскому движению и участие граждан в общественных инициативах заметно возрастают. Однако многие организации испытывают дефицит системной визуальной идентификации. В условиях отсутствия целостной айдентики снижается узнаваемость и эффективность коммуникации, что препятствует формированию доверия со стороны общества и партнеров.

Целью данного исследования является выявление принципов и приемов разработки комплексной идентификации волонтерских организаций, обеспечивающей правовую чистоту, узнаваемость и эффективную коммуникацию с целевой аудиторией.

Объект исследования — разработка комплексной идентификации.

Предмет исследования — комплексная айдентика волонтерской организации.

Целевая аудитория проекта охватывает несколько социальных групп, что требует гибкости визуального языка. Волонтеры: подростки и молодежь в возрасте от 15 до 35 лет, ведущие активный образ жизни, стремящиеся к самореализации и полезной деятельности. Для них участие в волонтерских акциях становится способом личностного роста, приобретения опыта, расширения круга общения и формирования позитивного социального капитала. Визуальный стиль должен быть современным, динамичным и адаптированным для социальных сетей. Местные жители: преимущественно люди среднего возраста, нередко семейные, имеющие стабильный доход и заинтересованные в благоустройстве территории проживания, а также в воспитании у детей экологичной культуры. Для этой группы важны надежность, серьезность намерений и прозрачность деятельности организации. Социальные партнеры: местные предприятия, туристические компании и экологические фонды. Для них проект является возможностью укрепления репутации и повышения вовлеченности в общественно значимую деятельность. Партнерам важна деловая составляющая стиля (документация, презентационные материалы). Таким образом, проект объединяет людей с разным образом жизни и социальным положением, но с общими ценностями: стремлением к экологичности, активности и социальной ответственности.

Хронологические рамки проекта рассчитаны на среднесрочную перспективу — от пяти до семи лет. В первые два-три года

планируется активное внедрение разработанной айдентики в практическую деятельность организации: использование фирменного стиля в социальных сетях, в печатных и рекламных материалах, а также в работе с волонтерами и партнерами. В дальнейшем, на протяжении последующих лет, система визуальной идентификации сохранит свою актуальность и будет требовать лишь минимальной адаптации к новым коммуникационным форматам и социальным условиям. Территориальные рамки проекта определяются территорией Алтайского края, включая как сельские территории и районные центры, так и крупные города региона — Барнаул, Бийск, Заринск, Рубцовск и другие. Именно здесь сосредоточена основная деятельность организации и проводится большинство экологических акций. Вместе с тем, в перспективе айдентика может быть масштабирована на более широкий уровень: участие в межрегиональных инициативах и взаимодействие с федеральными структурами позволит распространять опыт и визуальную модель организации «Чистый край — Алтай» на территорию всей России.

На первом этапе проводился аналитический обзор деятельности организации: изучались её цели, ценности, форматы мероприятий, а также портрет целевой аудитории — от местных жителей до туристов и молодых волонтеров. Параллельно анализировались визуальные решения, используемые в аналогичных экологических инициативах, с акцентом на типологию полиграфической продукции. Такой подход позволил выявить как эффективные практики, так и типичные ошибки, которых следовало избегать в собственном проекте.

Комплексная идентификация — это комплекс систем визуальной коммуникации, который помогает формировать благоприятный имидж организации, повышает эффективность её рекламных контактов с потребителями и доверие партнеров, а также способствует росту узнаваемости компании. В контексте некоммерческого сектора понятие «компания» заменяется на «организация» или «сообщество», но принципы остаются теми же. «Комплексно проработанная, продуманная и уникальная идентификация помогает бренду выделяться среди конкурентов, привлекать и удерживать внимание целевой аудитории, укрепляет её лояльность к организации и как следствие — увеличивает её популярность, число партнёров и волонтеров» [2, с.15].

Ключевые элементы визуальной коммуникации в рамках данного проекта включают:

Знак — главный элемент идентификации бренда, делающий его узнаваемым для потребителя и доносящий до них суть и ценности бренда. Для волонтерской организации знак должен быть легко воспроизводимым на ткани и бумаге.

Графический язык — совокупность визуальных элементов, которые делают проект уникальным и узнаваемым, помогают сохранять единый стиль всех его составляющих. «Бренд, чтобы оставаться актуальным, должен соотносить свой визуальный стиль с языком графического дизайна» [3, с.173]. Для этого его нужно своевременно обновлять или адаптировать.

Цветовой код — совокупность цветовых соотношений, присущих проекту. Данное понятие входит в комплексную составляющую визуальной идентификации, раскрывая настроение и впечатление графического языка. В эко-тематике предпочтительны натуральные оттенки.

Шрифтовая гарнитура — это семейство шрифтов, схожих по стилю и различающихся по начертанию. Типографика транслирует характер организации: от строгого и делового до дружеского и открытого.

Носители визуальной идентификации — многоуровневая система коммуникации. Реализация комплексной идентификации осуществляется через разнообразные носители, которые охватывают все возможные точки контакта бренда с аудиторией.

Условно носители можно разделить на три категории, каждая из которых выполняет свои специфические функции в общей системе коммуникации:

Деловая полиграфия: визитка, буклет, бейдж. Формирует первое впечатление и демонстрирует уровень профессионализма. Для волонтеров бейдж является важным элементом идентификации на мероприятиях.

Рекламные носители: наружная реклама (баннеры, трассовые модули, лайтбоксы), постеры, веб-сайт, социальные сети, листовки, буклеты. Обеспечивают постоянное присутствие бренда в повседневной жизни и онлайн-пространстве.

Сувенирная продукция: футболки, эко-сумки, бутылки для воды. Играют важную роль в «мягком» продвижении и функционируют как мобильная реклама, увеличивая охват без прямых маркетинговых затрат. Качественная сувенирная продукция воспринимается как знак уважения к волонтеру.

Комплексная визуальная идентификация представляет собой многоуровневую, динамичную и стратегически значимую систему, которая выступает неотъемлемой частью современного бренд-менеджмента, в том числе в социальном секторе. Люди трепетно относятся к природе своего края, его традициям и культурным особенностям, и не всегда дизайнерам удастся отразить это в полной мере. В таком случае брендинг может использоваться в целях высмеивания, если он воспринимается как фальшь. Поэтому, взявшись за создание бренда экологической организации, разработкой должна заниматься команда специалистов. В рабочую группу должны входить: социологи, маркетологи, психологи, копирайтеры, дизайнеры. Социологи проводят опросы; маркетологи строят гипотезы; психологи ориентируют дизайн-решения на основе восприятия архетипов; копирайтеры предлагают слоганы; а дизайнеры проводят обширную исследовательскую работу, изучают аналоги и методике проектирования.

В предпроектном исследовании важную часть несет анализ аналогов отечественного и зарубежного опыта. Современные волонтерские и экологические организации формируют устойчивые визуальные и коммуникационные системы, отражающие их миссию и ценности. Анализ существующих аналогов, таких как «Чистые Игры» (Clean Games), Surfrider Foundation, Trash Hero и WWF, позволяет определить ключевые подходы к построению айдентики и коммуникации, а также выделить стратегии, релевантные для проектирования визуальной системы организации «Чистый край — Алтай».

Проект «Чистые Игры» является российским примером успешной экологической инициативы (рис.2), сочетающей принципы геймификации и коллективного волонтерства. Основанная в 2014 году в Санкт-Петербурге организация реализует экологические акции в формате командных соревнований, направленных на уборку и сортировку мусора. Айдентика организации характеризуется яркой, позитивной визуальной системой: используется насыщенная цветовая палитра (оранжевый, зелёный, синий), простая типографика и инфографика, создающие атмосферу активности и командного духа. Сувенирная продукция включает футболки, шоперы, бейсболки и значки с символикой организации, а рекламные материалы представлены баннерами, плакатами и цифровыми визуалами с яркими лозунгами, стимулирующими участие.

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ КРАЙ — АЛТАЙ»

Международная организация Surfrider Foundation, основанная в 1984 году группой серферов в Калифорнии, представляет собой пример целостной экологической идентичности, выстроенной вокруг защиты океанов и прибрежных экосистем. Миссия фонда заключается в обеспечении устойчивого взаи-

модействия человека с природной средой посредством образовательных и правозащитных инициатив. Визуальная система Surfrider Foundation строится на принципах минимализма, чистоты форм и гармонии.



Рисунок 2 - Организация «Чистые игры»

Основными цветовыми доминантами являются синий и белый, символизирующие воду и чистоту, а также создающие ощущение спокойствия и ответственности. Логотип организации — стилизованная волна — стал знаковым символом экологического активизма, легко воспроизводимым и адаптивным (рис.3). Коммуникационные материалы фонда включают документальную фотографию, визуальные истории и лозунги, апеллирующие к эмоциональному восприятию природы.

Международное движение Trash Hero, возникшее в 2013 году в Таиланде, представ-

ляет собой пример эффективной коммуникации на основе простоты и мотивации. Организация объединяет волонтеров разных стран для проведения регулярных уборок территорий и просветительских мероприятий, направленных на снижение количества пластиковых отходов.



Рисунок 3 – Организация Surfrider Foundation.



Рисунок 4 – Международное движение Trash Hero

Визуальная айдентика Trash Hero предельно лаконична, но при этом выразительна (рис.4): доминирующий жёлтый цвет ассоциируется с энергией, активностью и оптимизмом, а контрастная типографика подчёркивает динамику и решимость действий.

Фонд дикой природы (WWF, World Wide Fund for Nature) представляет собой один из наиболее узнаваемых примеров глобального экологического брендинга. Миссия WWF заключается в сохранении биологического разнообразия планеты и формировании гармоничных отношений между человеком и при-

родой. Айдентика фонда построена на строгом минимализме и универсальности: знак с изображением панды стал одним из самых узнаваемых символов природоохранного движения (рис.5). Знак относится к комбинированному, в него входят словесные и изобразительные знаки. Они могут быть использованы как вместе, так и по отдельности. Использование чёрно-белой палитры и простых геометрических форм обеспечивает идеальную воспроизводимость на любых носителях, от печатных материалов до цифровых платформ.

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ
ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ КРАЙ — АЛТАЙ»



Рисунок 5 – Фонд Дикой Природы

Обобщая рассмотренные примеры, можно отметить, что все анализируемые организации выстраивают айдентику на основе сочетания простоты, символизма и эмоциональной выразительности. При этом каждая из них формирует уникальный визуальный код, соответствующий своей миссии и масштабу деятельности: «Чистые Игры» используют игровую динамику и локальный колорит, Surfrider Foundation — природную гармонию и визуальную чистоту, Trash Hero — энергию и мотивацию, а WWF — глобальный минимализм и универсальный символизм.

Для проекта «Чистый край — Алтай» данные примеры служат ориентиром при разработке визуальной идентичности, которая должна объединять региональный контекст, экологическую направленность и вовлекающий эмоциональный посыл. Оптимальным решением является создание лаконичного, легко узнаваемого знака, ассоциирующегося с чистотой, природой и совмест-

ным действием, что обеспечит долгосрочную узнаваемость и доверие целевой аудитории.

Изучив ключевые понятия, необходимые для разработки комплексной айдентики, выделив основные этапы работы над проектом, а также проведя краткий анализ наиболее интересных примеров экологических брендов, можно приступить к идентификации организации «Чистый край — Алтай».

Волонтерская организация «Чистый край — Алтай» — это особое сообщество неравнодушных жителей края. Именно эти особенности — единство действий и разнообразие участников, дружелюбная и ответственная атмосфера, яркие, вдохновляющие впечатления от совместного труда ради общего блага — легли в основу концепции комплексной идентификации организации, которую можно определить как «единство в заботе».



Рисунок 6 – Фирменная одежда организации с использованием заимствованного знака

При создании комплексной идентификации бренда особое внимание уделяется разработке фирменного знака. Приступая к созданию главного элемента идентификации, мы проанализировали предыдущий знак, который использовался организацией, он построен на линии, и для того чтобы не потерять целевую аудиторию, привыкшую к данному начертанию было решено оставить это средство выразительности. Поиск оптимального решения включал в себя многовариантную проработку концептуальных подходов. На этапе поиска были рассмотрены различные графические метафоры: силуэты гор, изображения рек, абстрактные деревья, руки, держащие природу. Построение нового фирменного знака также основано на линейном построении, в знаке скомпонованы стилизованные деревья и кустарники, находящиеся внутри купола, купол — как символ защиты и охраны природы. Нижняя, замыкающая линия «купола», является архетипом, издревле ассоциирующаяся с водой. Так как данная волонтерская организация очищает природные участки рядом с водоемами, тем самым за-

170

щищая окружающую среду и водных ресурсов. Для дескриптора выбрана шрифтовая гарнитура — Onder с открытой лицензией.



Рисунок 7 – Итоговый вариант поиска знака

Этот вариант знака (рис.7) был выбран по следующим причинам:

Универсальность и масштабируемость. Геометричная форма позволяет использовать знак на любом носителе — от футболок до документации.

Ясность и метафоричность. Композиция интуитивно понятна: человек и природа вместе, в гармонии и защите.

Эмоциональная составляющая. Мягкие линии создают ощущение спокойствия и доброты.

Функциональность. Знак отлично работает в монохромной версии, что критически важно для печати.

Важным этапом разработки комплексной идентификации волонтерской организации «Чистый край — Алтай» стало формирование графического образа проекта. Графический язык представляет собой систему визуальных элементов, обеспечивающих целостность и узнаваемость бренда на всех носителях коммуникации. Его задача заключается не только в поддержании единства фирменного стиля, но и в передаче ценностей организации через визуальные образы. Графический язык проекта (рис.8) на контрасте с фирменным знаком, основан на пятне с распространяющимися тонкими линиями в разные стороны, видоизменяющимся на разных носителях, с градиентными переходами из природных спокойных оттенков (зелёный, голубой, фиолетовый, розовый), переходящие в активные сигнальные цвета (красный, оранжевый, желтый), изображая тревогу и сигнал SOS о загрязне-

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ КРАЙ — АЛТАЙ»

нии людьми уникальной природы Алтайского края.

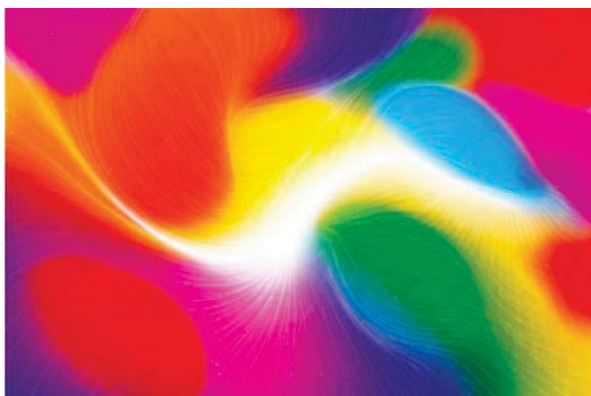


Рисунок 8 — Графический язык проекта

Графический язык проекта основан на принципах экологичности, простоты и визуальной открытости. В основу композиционных решений положены природные формы, ассоциирующиеся с ландшафтами Алтайского края: плавные волнообразные линии, символизирующие течение рек и движение воды, купол, отражающий идею защиты и объединения, а также линейная графика, обеспечивающая визуальную легкость и удобство восприятия.

Заданная концепция раскрывается в визуальном оформлении знака и графического языка проекта — подчёркивая гармонию между человеком и природой, коллективным действием и индивидуальной ответственностью.

В структуре комплексной айдентики значимое место занимает полиграфическая продукция, обеспечивающая офлайн-коммуникацию организации с различными группами аудитории. Деловая, рекламная и

сувенирная продукция была создана в швейцарском стиле, именно поэтому был выбран моноширинный гротеск. Для заголовков выбран шрифт — Onder, в дополнении к данной шрифтовой гарнитуре подобран для наборного текста шрифт PT Sans с открытой лицензией.

В проекте разработаны бейджи, визитки, буклеты, благодарственные письма, дипломы, фирменные бланки и папки. Полиграфические материалы выполнены в единой визуальной системе с соблюдением фирменной цветовой палитры, типографики и композиционных принципов. Их использование позволяет повысить уровень профессионального восприятия организации и создать устойчивый визуальный образ добровольческого движения. В дополнение к деловой документации были разработаны бейджи, рекламные листовки А5 формата, дипломы, благодарственные письма А4 формата, а также буклет со сложной высечкой, повторяющей очертания знака в сложенном виде, А4 формата с информацией об акциях организации (рис.9–13).



Рисунок 9 — Фирменная папка, бланк и визитка



Рисунок 10 — Рекламные листовки



Рисунок 11 – Диплом участника и благодарственное письмо



Рисунок 12 – Бейджи



Рисунок 13 – Информационный буклет

Особое внимание в проекте уделено разработке сувенирной продукции как одному из эффективных инструментов популяризации волонтерского движения. Сувенирные носители выполняют не только практическую, но и коммуникационную функцию, способствуя укреплению эмоциональной связи участников с организацией. В рамках проекта были разработаны макеты футболок, толстовок, кепок, шопперов, термосов, кружек, браслетов участников и аксессуаров для ме-

роприятий (рис.14–22). Использование фирменной символики на сувенирной продукции способствует формированию чувства принадлежности к сообществу, а также повышает узнаваемость бренда в городской среде. Графический образ на разных носителях используется по-разному, что придает всей сувенирной продукции разнообразие, но в тоже время единую концепцию.

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ
ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ КРАЙ — АЛТАЙ»



Рисунок 14 — Текстильные мешки



Рисунок 15 — Фирменные худи



Рисунок 16 — Перчатки



Рисунок 17 — Кепка



Рисунок 18 — Ручки



Рисунок 19 — Шоппер.



Рисунок 20 — Термос



Рисунок 21 — Кружка



Рисунок 22 – Браслеты участников



Рисунок 23 – Лайтбокс

Не менее значимой частью системы визуальной идентификации стала рекламная продукция, ориентированная на привлечение новых участников, партнёров и внимание об-

174

щественности к экологическим инициативам. Разработанные рекламные носители включают наружные конструкции лайтбоксы, плакаты и баннеры (рис. 23, 24). Основной принцип проектирования рекламной продукции заключается в визуальной лаконичности, высокой читаемости информации и эмоциональной выразительности, стимулирующей вовлечение аудитории в волонтерскую деятельность.

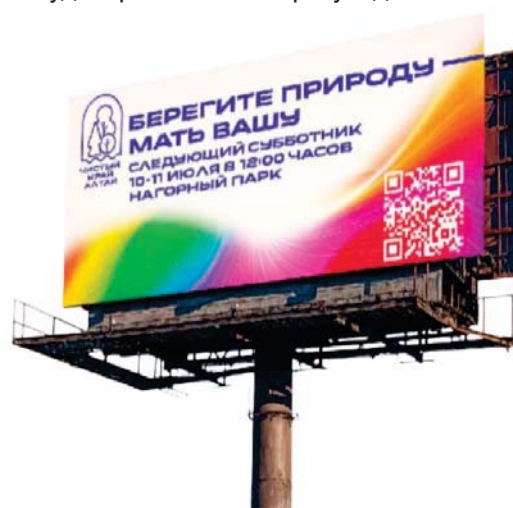


Рисунок 24 – Баннер

Существенную роль в современной коммуникации организации играет цифровая продукция. В рамках проекта разработаны концептуальные визуальные решения для сайта-лэндинга организации, а также оформление постов в социальных сетях (рис.25, 26). Использование единой визуальной системы в цифровой среде обеспечивает последовательность коммуникации, повышает доверие аудитории и позволяет эффективно взаимодействовать с молодежной целевой группой, являющейся основой волонтерского движения.

Разработанный фирменный знак и графический образ, а также целостная система носителей визуальной идентификации выступают важнейшими элементами комплексной айдентики волонтерской организации

ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ АЙДЕНТИКИ: НА ПРИМЕРЕ ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЧИСТЫЙ КРАЙ — АЛТАЙ»



Рисунок 25 – Сайт-лэндинг



Рисунок 26 – Посты для социальных сетей

«Чистый край — Алтай». Основные элементы идентификации являются не просто графическим символом, а мощным инструментом визуальной коммуникации. Они эффективно передают ценности и миссию организации, создают яркий и запоминающийся образ, способствуя привлечению внимания, формированию лояльности и мобилизации волонтерского сообщества для защиты природного наследия Алтая. Новое проектное решение уникального стиля решает проблему авторских прав и создает фундамент для долгосрочного развития организации в регионе.

Проектирование комплексной айдентики для волонтерской организации «Чистый край — Алтай» осуществлялась с применением

комплекса методов, объединяющих исследовательский, концептуальный и практический уровни проектирования. Особое внимание уделялось созданию не только визуально выразительной, но и функционально обоснованной системы, включающей широкий спектр полиграфических, цифровых носителей. Данный проект может быть практически реализован, с дополнениями и уточнениями потребностей волонтерской организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бернацкий Б. Айдентика: система знаков. — М.: Издательство, 2018.
2. Котлер Ф., Келлер К. Л. Маркетинг менеджмент. 15-е изд. — СПб.: Питер, 2022.
3. Родькин П. Е. Брендинг территорий: городская идентичность и дизайн : учебное пособие / П. Е. Родькин. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020.
4. — 94 с.
5. Смирнов А. В. Визуальные коммуникации в социально ориентированных некоммерческих организациях // Дизайн и технологии. 2023. № 56(98). С. 45-52.
6. Территориальные бренды России: от короны до флага. — Текст : электронный. — URL : <https://rekportal.ru/specialproject/brand/territorialnye/>. — Дата публикации: 16.12.2016.
7. Федорова Е. С. Эко-брендинг как инструмент формирования лояльности потребителей : монография. — М.: ИНФРА-М, 2021. — 180 с.
8. Шепелева А. М. Графический дизайн в социальной рекламе: тенденции 2020-2024 гг. // Вестник дизайна и искусства. 2024. № 1. С. 12-19.

Раменская Ю. В. — профессор кафедры АрхДи e-mail: eto-uspeh@yandex.ru тел.: +7 (913) 212-36-36

Скрябина С. Д. — студент гр. ДИЗ–21, e-mail: sonya.skryabina@yandex.ru, тел.: +7 (929) 329-80-11

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НМИ-ДИСПЛЕЯ NEXTION В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

И. Д. Парамонов, А. Н. Сомов, К. Р. Заричный

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена разработке программного обеспечения интеллектуального дисплея Nexion для ускорения разработки пользовательских интерфейсов (UI) встраиваемых систем на базе микроконтроллеров. Рассматриваются особенности архитектуры дисплея, его преимущества и ограничения, включая разделение ответственности между дисплеем и центральным микроконтроллером. Описаны практические подходы к созданию эффективного и интуитивного интерфейса для автоматического лабораторного оборудования, включающего управление маятником и световым воздействием. Приводятся конкретные методы оптимизации, используемые для преодоления технических ограничений платформы Nexion, таких как ограничение многозадачности и нехватки ресурсов. Подчеркиваются перспективы дальнейшего развития технологии, включая расширение функциональных возможностей и повышение энергоэффективности. Экспериментально подтвержден положительный эффект от применения Nexion в реальных инженерных проектах, демонстрируя значительный потенциал платформы для разработчиков и производителей электроники.

Ключевые слова: микроконтроллер, интеллектуальные дисплеи, Nexion, прототипирование, многозадачность, оптимизация ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

Создание удобного и функционального пользовательского интерфейса (UI) для современных электронных устройств зачастую оказывается столь же трудоемким процессом, как и написание основного функционала устройства. Особенно остро эта задача встает перед инженерами, разрабатывающими приборы на базе микроконтроллеров. Для повышения эффективности процесса и снижения нагрузки на основное ядро микроконтроллера производители предлагают специализированные решения, одним из которых является семейство интеллектуальных дисплеев Nexion.

Эти дисплеи обладают встроенным графическим процессором и позволяют значительно сократить объем вычислений, возложив на себя большую часть операций по управлению графикой и взаимодействию с пользователем. Основная идея заключается в том, что центральный контроллер теперь освобождается от обработки изображений и действий пользователя, сосредотачиваясь исключительно на управлении прибором.

Однако насколько эффективна такая архитектура на практике? Действительно ли использование специализированных дисплеев упрощает разработку UI и повышает надежность конечного изделия?

Данная статья посвящена исследованию

возможностей интеллектуального дисплея Nexion применительно к проектированию простого, интуитивного и надежного пользовательского интерфейса для автоматизированного лабораторного оборудования.

Цель исследования: разработка и оптимизация пользовательского интерфейса на базе дисплея Nexion для автоматизации процессов управления лабораторным оборудованием.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ архитектуры интеллектуального дисплея Nexion, выявить его преимущества (освобождение центрального микроконтроллера, быстрое прототипирование) и недостатки (ограниченная многозадачность, нехватка памяти, низкая производительность при сложной анимации).

2. Разработать структуру пользовательского интерфейса для автоматизации лабораторных процессов, включающую три ключевых модуля: главное меню, управление маятником (гальваническое осаждение) и управление световым воздействием (засветка).

3. Реализовать программный код для дисплея Nexion на языке встроенного редактора, обеспечивающий:

- Передачу управляющих сигналов (hex-команд) на центральный микроконтроллер STM32 по протоколу UART.

- Параллельную обработку двух процессов (маятник и засветка) в условиях отсутствия официальной поддержки многозадачности.

4. Решить проблему сохранения состояния системы (значений таймеров, флагов) при переключении между экранами, используя глобальные переменные и механизм восстановления данных.

5. Апробировать разработанное решение на реальном лабораторном оборудовании и подтвердить положительный эффект от применения платформы Nextion (снижение нагрузки на CPU, удобство интерфейса, ускорение разработки).

АРХИТЕКТУРА ДИСПЛЕЯ NEXTION

Платформа Nextion представляет собой дисплей с собственным графическим движком и системой программирования, позволяющей создавать полноценные интерфейсы без прямого участия центрального микроконтроллера. Интерфейсы строятся в специальной среде разработки — Nextion Editor, которая позволяет визуальнo проектировать экраны, компоненты, формы и анимационные эффекты. Готовое приложение загружается непосредственно в память дисплея и выполняется автономно, взаимодействуя с основным микроконтроллером через простой протокол передачи сообщений по шине UART.

Преимущества концепции Nextion:

Освобождение центрального микроконтроллера от ресурсоемких задач рендеринга графики и обработки событий ввода-вывода.

Возможность быстрого прототипирования и тестирования интерфейса благодаря визуальному дизайну.

Простота интеграции с существующими проектами на любых языках программирования (C/C++, Python и др.).

Недостатки:

Ограниченность функционала дисплея в части взаимодействия с периферийными устройствами (например, аналоговыми датчиками).

Невысокая производительность сложных анимаций и отображение больших объемов данных.

Необходимость глубокого понимания внутренней структуры и особенностей Nextion API для эффективной работы.

Практическое применение Nextion в разработке интерфейса

Целью исследования стало создание простого и интуитивного интерфейса для ав-

томатизации лабораторных процессов с использованием дисплея Nextion. Проект включает три ключевые функциональные области:

Главная страница: служит общим меню, обеспечивающим доступ ко всем остальным экранам приложения.

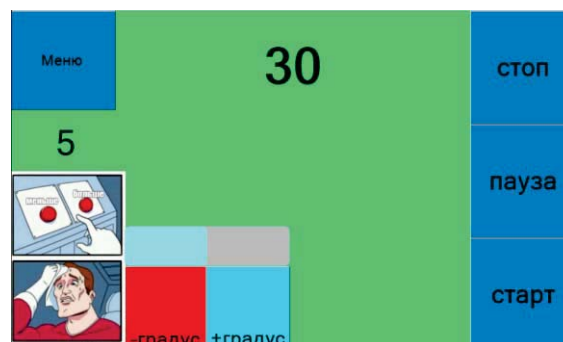


Рисунок 1 – меню управления маятником

Управление маятником: реализует автоматизацию процессов гальванического осаждения металлов с возможностью регулировки угла поворота и скорости движения маятника.

Управление засветкой: обеспечивает управление временем засветки образца и регулировку интенсивности освещения.

Особенности реализации

Проектируя интерфейс, мы столкнулись с рядом трудностей, характерных для платформы Nextion:

Многозадачность: несмотря на отсутствие официальной поддержки многозадачности, нам удалось реализовать параллельную обработку двух ключевых процессов (работа маятника и засветка). Это потребовало тщательной синхронизации состояния отдельных компонентов и оптимизации внутренних временных меток.

Оптимизация ресурсов: Nextion обладает ограничениями по объему доступной оперативной памяти и производительности графической подсистемы. Например, пришлось минимизировать количество активных элементов на экране и применять специальные приемы работы с таймерами и счетчиками.

Интеграция с центральным контроллером: несмотря на простоту протокола UART, необходимость частых передач небольших порций данных привела к дополнительному расходу энергии и снижению общей пропускной способности шины.

Тем не менее, даже при наличии перечисленных ограничений, интерфейс получился удобным и надежным. Важнейшие операции успешно выполняются на уровне дисплея, разгружая центральный микроконтроллер.

ЛОГИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Основой проекта стала передача управляющих сигналов с дисплея на центральный микроконтроллер (STM32) через последовательный интерфейс UART. Использовались специальные коды (шестнадцатеричные числа), каждый из которых отвечал за выполнение определенной команды.

```

☐ Send Component ID
if(svetflag.val==1)
{
    main.glsvettime.val=glsvettime.val
    main.svetflag.val=1
}
if(flag.val==1)
{
    main.glmaitime.val=sec.val
    main.maiflag.val=1
}
page main

```

Рисунок 2 – Код кнопки «Меню» для реализации таймера

Например, нажатие кнопки “start” инициирует передачу определенного байта на микроконтроллер, который, получив команду, запускает соответствующие процедуры. Таймеры также управляются централизованно на стороне дисплея, позволяя точно контролировать длительность операций без дополнительной нагрузки на микроконтроллер.

Особое внимание уделялось переносу состояний таймеров между различными экранами. Поскольку Nextion работает с одной активной страницей одновременно, переход между экранами мог привести к потере текущего значения таймера. Эта проблема была решена путем сохранения текущих значений таймеров в глобальных переменных, которые впоследствии восстанавливаются при возврате на соответствующий экран.

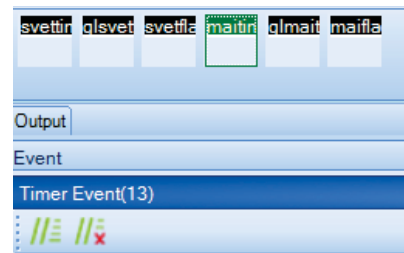
```

// Перенос значения таймера между
страницами
if(svetflag.val==1)
{
    main.glsvettime.val = glsvettime.val
    main.svetflag.val = 1
}

```

Также был использован механизм обновления состояний кнопок и индикаторов при переключениях между экранами, что позволило обеспечить стабильную работу интерфейса вне зависимости от последова-

тельности навигационных действий пользователя.



```

if(glmaitime.val>60&&maiflag.val==1)
{
    glmaitime.val=glmaitime.val-1
    if(glmaitime.val<=60)
    {
        maiflag.val=0
    }
}
if(glmaitime.val==60&&maiflag.val==0)
{
    print "f"
    maiflag.val=1
}

```

Рисунок 3 – Код таймера маятника перенесенного в главное меню

```

☐ Send Component ID
page0.timer.val=glsvettime.val
if(maiflag.val==1)
{
    page0.maiflag.val=1
    page0.glmaitime.val=glmaitime.val
}
page page0

```

Рисунок 4 – Код кнопки «засвет»

```

Event
Touch Press Event(12)
☐ Send Component ID
if(flag.val!=2&&timer.val!=0)
{
    sec.val=timer.val*60+60
    print "s"
    flag.val=1
}
if(flag.val==2)
{
    sec.val=count.val
    flag.val=1
    print "s"
}

```

Рисунок 5 – Код кнопки «старт», в которой реализована отправка сигнала на STM

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование интеллектуального дисплея Nextion существенно ускоряет процесс разработки пользовательских интерфейсов для встраиваемых систем, особенно в случаях, когда важно разгрузить микроконтроллер и ускорить выход продукта на рынок. Несмотря на ряд архитектурных ограничений и требований к детальной проработке логики приложений, преимущества платформы очевидны: снижение загрузки CPU, ускоренное прототипирование и улучшенная читаемость кода.

При правильном подходе интеграция Nextion способна повысить качество и удобство эксплуатации приборов, минимизировав затраты на доработку и поддержку интерфейса.

Рекомендации по дальнейшему развитию

Повышение быстродействия путем расширения объема встроенной памяти дисплея.

Оптимизация энергопотребления системы за счет улучшения протоколов обмена данными между дисплеем и главным контроллером.

Добавление новых функций, таких как поддержка подключения датчиков температуры и влажности, расширяющих функциональность Nextion в приложениях промышленного уровня.

Разработанный нами интерфейс продемонстрировал эффективность применения платформы Nextion в реальных проектах. Данный опыт подтверждает перспективность подхода, предлагая значительные выгоды для разработчиков встраиваемых решений и производителей электроники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поленов Д.Ю. Основы конструирования приборов. Учебно-методическое пособие. / Д. Ю. Поленов Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. 44 с.
2. Лихачева М.С. Проектирование печатных плат : учебно-методическое пособие / М.С. Лихачева. Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. 35 с.
3. Соседко В. В., Янишевская А. Г. Технологии беспроводного управления производством печатных плат // ОмГТУ. 2016. Динамика систем, механизмов и машин. №1. 8 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-besprovodnogo-upravleniya-proizvodstvom-pechatnyh-plat> (дата обращения: 09.11.2025).
4. ITEAD Studio. Nextion Instruction Set [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nextion.tech/instruction-set/> (дата обращения: 21.04.2026).
5. ITEAD Studio. Nextion Editor User Guide [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nextion.tech/nextion-editor/> (дата обращения: 21.04.2026).
6. ESPHome Documentation. Nextion TFT LCD Display [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://new.esphome.io/components/display/nextion/> (дата обращения: 21.04.2026).
7. KJaxaM. NextLibCpp: Library for using Nextion HMI displays on STM32 MCUs with STM32Cube and C++ HAL [Электронный ресурс]. — GitHub. — Режим доступа: <https://github.com/KJaxaM/NextLibCpp> (дата обращения: 21.04.2026).
8. emrdr23. Nextion_STM32_Library: Nextion HMI library for STM32 microcontrollers [Электронный ресурс]. — GitHub. — Режим доступа: https://github.com/emrdr23/Nextion_STM32_Library (дата обращения: 21.04.2026).
9. Амперка / Вики. Подключение дисплеев Nextion, программирование и прошивка через Editor [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wiki.amperka.ru/продукты:nextion> (дата обращения: 21.04.2026).
10. Nextion Official. Nextion HMI as an autonomous data logger with Data Record, GPIO and RTC [Электронный ресурс]. — 2023. — Режим доступа: <https://nextion.tech/2023/01/16/nextion-hmi-as-an-autonomous-data-logger-with-data-record-gpio-and-rtc/> (дата обращения: 21.04.2026).
11. STMicroelectronics. STM32Cube HAL and Low-Layer APIs User Manual (UM1855) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.st.com/> (дата обращения: 21.04.2026).
12. Парамонов И.Д., Сомов А.Н., Заричный К.Р. Автоматизация производства печатных плат: разработка программного обеспечения для HMI-дисплея // Ползуновский альманах. 2023. № 3. С. 129-132.

Парамонов Иван Денисович – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: 8(961)-990-9068, e-mail: ivan-paramonovne@mail.ru.

Сомов Алексей Николаевич – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: +7 963 507 0977

Заричный Константин Романович – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: +7 903 911 8515, e-mail: zarkostik@gmail.com.

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ФОТОРЕЗИСТА

И. Д. Парамонов, А. Н. Сомов, К. Р. Заричный

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрен процесс проектирования и изготовления печатной платы для автоматизированного устройства. Описаны этапы топологического проектирования в среде DipTrace, подготовка управляющей программы в ArtCAM, а также технологический процесс изготовления платы методом фоторезиста, включающий операции сверления, нанесения фоторезиста, экспонирования, проявления, травления и последующего монтажа компонентов. Представлены промежуточные и итоговые результаты каждого этапа.

Ключевые слова: печатная плата, DipTrace, ArtCAM, фоторезист, травление, сверление, RINZ.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке автоматизированных устройств на микроконтроллерах одним из ключевых этапов является создание качественной печатной платы (ПП) [1]. В условиях лабораторного производства наиболее доступным и воспроизводимым методом является технология фоторезиста, позволяющая получать проводящий рисунок с высокой точностью [2, 3]. Целью данной работы является описание полного цикла проектирования и изготовления односторонней печатной платы на основе САПР DipTrace и ArtCAM.

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В DipTrace

После разработки принципиальной схемы следующим этапом стала трассировка печатной платы в программе DipTrace [7]. Основной задачей являлось грамотное размещение компонентов и проектирование дорожек таким образом, чтобы избежать использования перемычек, так как плата выполнена односторонней. В результате оптимального размещения элементов удалось спроектировать дорожки без единой перемычки.

ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ В ArtCAM

Для механической обработки заготовки (сверления отверстий и фрезеровки контура) была использована программа ArtCAM [4]. В ней обозначены все отверстия, выбраны сверла соответствующего диаметра, а также назначена фреза для обработки внешнего контура платы. Сформированная управляю-

щая программа в G-коде была загружена в сверлильный станок с ЧПУ. Результат выполнения сверлильной операции показан на рисунке 1.

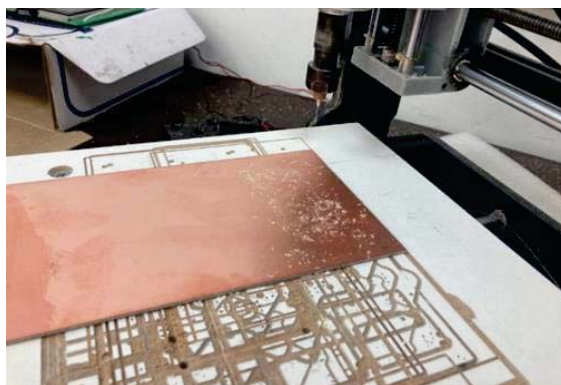


Рисунок 1 – Сверление отверстий на плате

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛАТЫ МЕТОДОМ ФОТОРЕЗИСТА

Далее на подготовленную заготовку был нанесен фоторезист. Поверх него наложена прозрачная пленка с рисунком дорожек, после чего выполнено экспонирование УФ-излучением [5]. Затем плата помещена в щелочной раствор, растворяющий незасвеченные участки фоторезиста. В результате на плате остается точный рисунок будущих дорожек.

Последующее травление в специальном растворе удаляет незащищенную медь, оставляя только участки, покрытые задубленным фоторезистом. Завершающим этапом химической обработки является снятие фоторезиста специальным раствором (рис. 2) [6].



Рисунок 2 – Плата в растворе для снятия фоторезиста

МОНТАЖ ЭЛЕМЕНТОВ И ФИНАЛЬНАЯ СБОРКА

После получения готовой печатной платы произведена пайка всех электронных компонентов в соответствии со схемой (рис. 3). Итоговый вид собранной платы представлен на рисунке 4. Заключительным этапом стал обжим проводов и их подключение к разъему в соответствии с электрической схемой и цветовой маркировкой.



Рисунок 3 – Пайка элементов платы

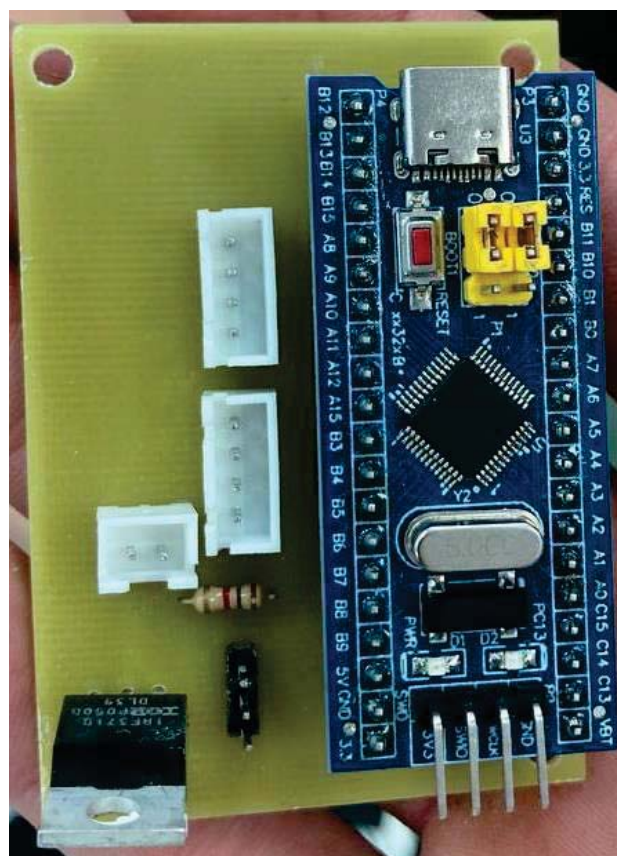


Рисунок 4 – Готовая плата

ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы:

1. Выполнено топологическое проектирование односторонней печатной платы без перемычек в САПР DipTrace.
2. Подготовлена управляющая программа для сверления отверстий и фрезеровки контура в ArtCAM.
3. Реализован полный технологический цикл изготовления ПП методом фоторезиста (сверление, нанесение фоторезиста, экспонирование, проявление, травление, снятие фоторезиста).
4. Произведен монтаж компонентов и подключение кабельной сборки.

Авторы выражают благодарность ООО «Лабораторные решения», за предоставление оборудования для изготовления плат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров В.В., Сидоров А.Н. Методы быстрого прототипирования печатных плат в лабораторных условиях // Электроника и связь. 2022. Т. 27. № 4. С. 45–51.

2. Иванов П.Н. Проектирование печатных плат в DipTrace: практическое руководство. М.: ДМК Пресс, 2023. 312 с.

3. Smith R., Johnson T. Low-cost PCB prototyping using photoresist and galvanic deposition // IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology. 2023. Vol. 13. No. 5. P. 712–718.

4. ArtCAM. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autodesk.com> (дата обращения: 15.04.2026).

5. ГОСТ Р 53386–2021. Платы печатные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2021.

6. Парамонов И.Д. Автоматизация изготовления печатных плат / И.Д. Парамонов, А.Н. Сомов, К.Р. Заричный // Ползуновский альманах. 2025. № 4. С. 123-128.

7. STMicroelectronics. STM32F103C8T6 Datasheet. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.st.com> (дата обращения: 15.03.2026).

Парамонов Иван Денисович – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: 8(961)-990-9068, e-mail: ivan-paramonovne@mail.ru.

Сомов Алексей Николаевич – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: +7 963 507 0977

Заричный Константин Романович – студент группы ПС-32, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул, тел.: +7 903 911 8515, e-mail: zarkostik@gmail.com.

CONTENTS, ABSTRACTS AND KEYWORDS OF PAPERS

BURNOUT IN IT SPHERE

M.A. Khlebnikov, V.G. Besedina

This article considers the state of burnout in IT professionals, the main reasons for professional burnout in IT and what kind of IT professionals suffer from professional burnout the most. The main method of this study is an online sociological survey conducted among 35 IT specialists of different age, work experience and job titles. The study shows that the majority of the respondents have experienced symptoms of burnout and some are presently dealing with it using coping tips they mostly found on their own while employers and educational institutions have not equipped them with helpful information on this important topic. The results of the research can be useful for IT specialists, employers, educators and instructors of future IT specialists.

Keywords: professional burnout, burnout symptoms, coping mechanisms, IT industry, emotional exhaustion, IT specialist, mental health, survey.

MOTIVATION FOR SAFE WORK OF WORKERS IN THE FIELD OF OCCUPATIONAL SAFETY THROUGH TABLETOP ROLE-PLAYING GAMES

M.N. Vishnyak, K.A. Prokudina, V.E. Simonenko

The relevance of the chosen topic is determined by the high level of injuries in modern production, where technological processes are becoming more complex, and safety requirements are constantly increasing, and traditional methods of education and prevention are often not effective enough. Employees are not always aware of the real risks, and standard briefings do not form sustainable safe behavior skills. In this article, the authors want to propose a method for creating conditions for increasing the level of motivation of employees by working through various production issues in the in-game space in the field of occupational safety, thereby contributing to reducing the number of accidents in the workplace. The use of game formats allows you to simulate dangerous situations without risking health, develop staff decision-making skills in stressful conditions and form a responsible attitude towards compliance with the rules. This approach contributes not only to reducing injuries, but also to improving the overall safety culture at the enterprise, which is especially important in the context of increasing demands on occupational safety and employee responsibility.

Keywords: motivation, gameplay, employee, injury reduction, occupational safety, safety at work, training, accident prevention, corporate culture, innovative methods.

ANALYSIS OF THE CAUSES AND METHODS OF COMBATING DAMPNES ON THE GROUND FLOORS OF MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS

Yu. S. Alekseeva, L. V. Khalturina

This article presents an analysis of the causes of dampness on the ground floors of multi-apartment residential buildings. A survey of residents and a visual inspection of buildings of various ages were conducted to identify the causes of increased humidity in basements and on the first floors. The study identified the most common causes of increased humidity. Methods for eliminating the consequences and preventing situations involving excessive moisture in structures and significant increases in indoor air humidity are discussed. The proposed recommendations are aimed at increasing the operational reliability of buildings, improving sanitary and hygienic conditions, and ensuring a comfortable and safe living environment.

Keywords: multi-apartment residential buildings, indoor dampness, excessive moisture in structures, technical operation of buildings, waterproofing, drainage problems, consequences of utility accidents, basements, blind areas, indoor microclimate.

CREATION OF NEW MILITARY EQUIPMENT IN THE USSR ON THE EVE OF THE GREAT PATRIOTIC WAR

Maslov Lev Viktorovich, Goluenko Tatyana Aleksandrovna

This article examines the process of creating and introducing new types of military equipment in the Soviet Union during the pre-war period, which is of interest in terms of its impact on the outcome of

the war and allows for an objective analysis of the successes and failures of the Red Army during the early stages of the war. The mass industrialization of production enabled the development and production of numerous new types of weapons, but the pace of their introduction, the volume of production, and the organization of their use in the military had significant drawbacks, which largely contributed to the difficulties faced during the early stages of the war. The purpose of this article is to explore the main trends in the development of military equipment in the USSR before the war and the challenges associated with its introduction and use. Research result: some Soviet legal acts that determined the production volumes and problems of equipment operation in the pre-war period are reviewed and analyzed.

Keywords: military equipment, war, Soviet army, Soviet Union, Central Committee of the All-Union Communist Party (Bolsheviks), tank construction, aviation, navy, artillery, and troops.

STUDY OF THE VITALITY QUOTIENT ON THE EXAMPLE OF A STUDENT GROUP

D.S. Anufriev, K.N. Efremenko, Y.N. Tatarkina

The article presents the results of an empirical study of the Vitality Quotient (VQ) among students of the Faculty of Construction and Technology at Polzunov Altai State Technical University. Within the framework of the study, special attention is paid to the analysis of three key components of vitality — engagement, control, and risk-taking. Their interrelations with students' attitudes toward their future, as well as with the level of students' professional identity formation, are identified. The results of a comprehensive assessment of students' vitality energy level are presented, their motivational structure is studied in detail, and factors blocking life activity are identified. The obtained data indicate the predominance of an average level of VQ in the studied group. At the same time, a pronounced avoidance of risk is noted — a tendency observed in a significant portion of respondents. Along with this, a high readiness of students to develop a positive worldview was recorded: students demonstrate openness to forming constructive attitudes and a desire for personal growth, despite their tendency to minimize risk-containing situations.

Keywords: Vitality Quotient, intelligence quotient, emotional intelligence, optimism, value orientations, emotions, life goals, motivation, energy potential, risk.

DETERMINATION AND CLASSIFICATION OF ROAD SURFACE DEFECTS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES AND NEURAL NETWORKS

M. A. Pavlenko, S. N. Pavlov

The problem of automating the monitoring of road condition is relevant due to the high labor costs of traditional control methods and the significant length of the road network. The aim of the study is to develop a methodology for automated detection and classification of pavement defects based on the combined use of aerial photography from unmanned aerial vehicles (UAVs) and neural network technologies. A method is proposed that combines the use of UAVs for data collection and convolutional neural networks of the Pyramid Attention Network architecture with a DenseNet121 encoder for automatic fixation, segmentation and recognition of asphalt pavement damage. Formulas for calculating the optimal aerial photography altitude are presented. The ability of the method to detect cracks up to 1 cm wide on a 30-meter road section when shooting from a height of 12 m has been experimentally proven. The accuracy of automatic detection was 92 %, recall — 86 %, F-measure — 89 %. The main sources of errors (shadows, foreign objects, changing illumination) are identified and ways to eliminate them are proposed. Promising directions for the development of the technology include expanding the range of detected defects, assessing the depth of damage and real-time operation on board the UAV.

Keywords: unmanned aerial vehicles, neural networks, crack segmentation, road surface defects, deep learning, road monitoring, Pyramid Attention Network, orthophotoplan, semantic segmentation, aerial photography, convolutional neural networks, DenseNet121, potholes, rutting, photogrammetry, GIS, diagnostic automation.

DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL MILK DESSERT USING SYMBIOTIC YOGURT-MAKING MICROORGANISMS

Anna A. Kovner, Alexandra E. Frolova

The article substantiates the relevance of developing a functional milk mousse technology using symbiotic starter cultures. The object of the study is a milk dessert enriched with probiotic and prebiotic microorganisms. The subject of the study is consumer preferences for milk desserts contain-

ing symbiotic starter cultures, as well as an assessment of the prospects and possibilities for their use in the development and production of such products. The goal of the study is to substantiate the development of a milk mousse with a combination of pro- and prebiotics as a functional dessert that meets modern consumer preferences and healthy eating trends, based on the results of a sociological survey of the population of Barnaul, as well as an analysis of scientific and patent literature. During the study, the data from a questionnaire survey of the population of Barnaul was analyzed, and diagrams were created to reflect the results. Additionally, a scientific and patent search was conducted to understand the current state of affairs in the development of desserts with probiotic and prebiotic components. A comparative analysis of the most common probiotics and prebiotics was conducted to make an informed decision about the components of the future milk dessert. The study revealed that milk desserts are popular among consumers, but they have low nutritional value. The addition of probiotics and prebiotics to various dairy products improves their properties, but there are no comprehensive developments with symbiotics in milk desserts, which increases the relevance of this study.

Keywords: Confectionery products, milk mousse, probiotics, prebiotics, symbiotic starter cultures, healthy nutrition, consumer preferences, scientific and patent literature, enriched products, and functional products.

STUDYING VARIOUS METHODS OF PROCESSING MOLASSES FOR USE IN NUTRIENT MEDIA

M.A. Gritsai, S.S. Buterus, E.P. Kamenskaya

This article examines various methods of processing beet molasses, such as enzymatic and acid hydrolysis, as well as purification with hydrogen peroxide. The physicochemical properties of molasses, which allow its use as a key component of microbial culture media, are described. It has been established that the most promising method of processing beet molasses is enzymatic hydrolysis using the enzyme preparation "Invertase," which maximizes the content of reducing sugars.

Keywords: molasses, bacterial cellulose, acid hydrolysis, hydrogen peroxide treatment, nutrient medium, enzymatic hydrolysis.

ASPIRATION UNIT LABORATORY STAND

N. A. Perevalov, Yu. I. Gavrin, I. S. Kadnichansky, O. N. Terekhova

This paper analyzes laboratory aspiration equipment, characterizes the aspiration unit being commissioned, analyzes pressure distribution in the laboratory stand's ventilation network, and presents preliminary test results.

Keywords: aspiration, ventilation, air duct, air, dust, stand, testing, cyclone, dust collector, aerodynamic resistance.

STOCHASTIC MODELING OF THE POSITIONING AND ORIENTATION OF THE END-EFFECTOR OF A 6-DOF ROBOT MANIPULATOR, TAKING INTO ACCOUNT KNOWN DISTRIBUTION LAWS OF SERVO DRIVE ERRORS

E.V. Kurochkina, A.O. Cherdantsev

The article proposes an approach for predicting the positioning and orientation accuracy of industrial robot manipulators based on stochastic simulation modeling. In the context of rapidly shortening product life cycles and the need for flexible production changeovers, the accuracy of the end-effector is becoming a critical parameter for the efficiency of robotic cells. The proposed method, in contrast to deterministic ones, uses the Monte Carlo method for a probabilistic estimation of the resulting accuracy, taking into account the distribution laws of errors for individual servo drives. The paper presents an analysis of the sources of joint errors, a complete mathematical model of the forward and inverse kinematics for an analytical-type 6-DOF manipulator, an algorithm for generating random samples based on the central limit theorem, and a developed software application in the C# language. The application visualizes the robot's configuration and generates histograms of the distribution of end-effector coordinates, providing an engineer with a tool for making informed technological decisions.

Keywords: stochastic modeling, positioning accuracy, 6-DOF robot manipulator, servo drive, normal distribution, forward kinematics, inverse kinematics, Monte Carlo method, distribution histograms, visualization, positioning error.

DESIGN OF THE CYLINDER BLOCK CASTING INSTANTANEOUS 1.6

D. S. Markov, A. S. Grigor

Casting design is a key stage in foundry production and includes two main methods: theoretical calculation and, no less important, experimentation. Properly performed casting dimension calculations allow for maximum yield of usable castings and minimize the machining stage, which ensures a reduction in product cost while maintaining its quality. Experimentation, in turn, provides an opportunity to verify theoretical calculations and identify hidden defects to make the necessary adjustments

Keywords: casting design, casting manufacturing technology, obtaining castings from cast iron, sand-clay mixture, casting using gasifiable patterns, foundry production.

DEVELOPMENT OF A MEDICAL ADHESIVE BASED ON POLYCAPROLACTONE FOR WOUND HEALING IN THE ALTAI REGION

V. S. Yarulina, K. L. Peternikova

This paper examines the relevance of developing a polycaprolactone-based medical adhesive for wound healing. The traumatic nature and ineffectiveness of traditional wound closure methods (surgical sutures and staples) have been identified, creating risks of infection and the formation of rough scars. To address this issue, the development of a biocompatible and biodegradable adhesive is proposed. The desired characteristics and consumer qualities of the product are determined using the morphological box method, which allowed for the development of a technical and technological solution for the medical adhesive. The expected social and economic impacts of the innovative project are presented. A structure of potential risks and ways to minimize them are presented. The stages of the innovative project management system are characterized. The conclusion reflects the relevance of developing a medical adhesive to reduce the trauma of medical procedures, accelerate wound healing, and increase the availability of modern medical technologies in the Altai Krai.

Keywords: medical adhesive, polycaprolactone, wound healing, biocompatibility, innovative project, trauma reduction, import substitution, surgical sutures, biodegradable polymers, regenerative medicine.

DESIGNING FIRE-RESISTANT SILICONE-BASED SEALS USING FLAME RETARDANTS

V.V. Kuznetsova, E. A. Golovina

In modern industry, rubber seals play a key role in ensuring tightness, vibration isolation, and protection against external influences in various industries, including automotive, construction, and mechanical engineering. However, traditional manufacturing technologies do not always provide the necessary performance characteristics, such as fire resistance, frost resistance, and chemical stability. This article addresses the pressing issue of improving the fire resistance properties of rubber seals, which is crucial for ensuring safety in high-temperature and open-flame environments. The subject of the study is the development of a stage of modification of the technological process of sealing production using additives that slow down the combustion process. The rationale for the work is based on the analysis of existing technologies, identifying their shortcomings and determining the potential for improving fire resistance without compromising mechanical and operational.

Keywords: rubber seals, fire resistance, modification, physical and mechanical properties, flame retardants, and silicone.

FEATURES OF STRUCTURAL FRAME ANALYSIS FOR A SPORTS ARENA

M. A. Podyapolskaya, A. A. Kikot

This paper presents the analysis of a multifunctional sports arena with a long-span metal roof and a monolithic reinforced-concrete frame for resistance to progressive collapse. The roof, which has an elliptical plan shape and a maximum truss span of 66.3 m, is represented by a spatial finite-element model implemented in the LIRA-SAPR 2024 software package. The analysis was performed using a linear static approach with a sequential comparison of the primary and secondary design schemes. For the roof, three variants of local failure were considered: removal of a lower-chord member of a truss, removal of an entire roof truss, and removal of one lattice purlin. For the load-bearing frame, the

sudden removal of the central monolithic reinforced-concrete column beneath the support of the roof truss with the largest span was adopted as the most critical scenario. Based on the analysis results, the redistribution of internal forces, the stress-strain state, deformability, and metal consumption of two structural roof variants were evaluated: with truss spacing of 8.96 m and 12 m.

Keywords: progressive collapse, sports arena, large-span roof, local failure, force redistribution, finite element method, LIRA-SAPR, spatial frame.

NON-DESTRUCTIVE DIAGNOSTICS METHODS OF THERMAL NETWORKS

P.A. Smekhun, T.E. Lyutova

The paper discusses the history and necessity of diagnostics of heating networks, the main and latest methods of in-pipe diagnostics in heating networks, their principles and features, characteristics, and conditions for carrying out these works.

Keywords: heat supply, in-pipe diagnostics, IPD, pipes, non-destructive testing, acoustic testing, magnetic testing, in-pipe shells, thermal imaging testing.

COMPRESSIVE STRENGTH AND INTRINSIC DEFORMATIONS OF A COMPOSITE MATERIAL FOR ROAD BASE STABILIZED WITH THERMAL POWER PLANT ASH

N.V. Baev, M.V. Vatulin, A.O. Khrebto

This paper presents the results of experimental studies on the effect of chemical additives ($MgSO_4$, NaCl) on the physical and mechanical characteristics of a composite material based on river sand, clay, and high-calcium thermal power plant ash. The relevance of the study is driven by the need to expand the raw material base for road construction through the utilization of technogenic energy industry waste. It has been established that the introduction of magnesium sulfate ($MgSO_4$) in an amount of 1.0–1.5% by weight of the dry mixture together with sodium chloride (NaCl) at 1.0–2.0% leads to a significant effect, expressed in an increase in compressive strength at later curing ages (up to 18.5 MPa at 90 days) and a reduction in intrinsic expansion deformations by a factor of 2–6 compared to additive-free compositions. The role of cation exchange in the absorptive capacity of clay as a key factor in volume stabilization is demonstrated.

Keywords: high-calcium thermal power plant ash, road base, intrinsic deformations, compressive strength, hardening activation, sodium chloride, magnesium sulfate, soil stabilization, absorptive capacity of clays.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MODERN MATERIALS IN THE CONSTRUCTION OF CULVERTS ON HIGHWAYS

N.V. Medvedev, E.A. Korolkov

The article presents an analysis of modern materials used in the construction of culverts on highways. Four types of structures are considered: traditional reinforced concrete pipes, corrugated metal pipes (types MGK and LMG), polymer composite pipes (GOST 33123-2014) and corrugated double-layer polypropylene pipes. The comparison is made according to technical (load-bearing capacity, durability, corrosion resistance), technological (weight, installation complexity, foundation requirements) and economic (capital costs, total cost of ownership) indicators. It has been established that the most cost-effective are corrugated double-layer polypropylene pipes, providing a reduction in capital costs by 50–55 % compared to reinforced concrete analogues with comparable performance characteristics. The results of the study can be used in the design and overhaul of culverts on highways.

Keywords: highways, culverts, road drainage, new materials, polymer materials, polymer composites, corrugated metal pipes, polypropylene pipes, technical and economic comparison.

DIFFUSION OF AGGRESSIVE CHLORIDE IONS IN CONCRETE AND THE PHYSICS OF REINFORCEMENT CORROSION

M.S. Likarenko, A.V. Volf

This study investigates the processes of chloride ion transport within the porous structure of concrete and their impact on the breakdown of the reinforcing steel's passive layer. The physical mechanisms of diffusion and adsorption are examined, along with the conditions under which the

passive layer on the steel reinforcement surface is disrupted—a process that leads to the onset of electrochemical corrosion. A model is proposed that accounts for the transient nature of ion transport and the time-dependent variation of the diffusion coefficient. It is demonstrated that the microstructure of the cement matrix and its degree of moisture saturation play a pivotal role in these processes. The results obtained can be utilized to predict the service life of concrete structures and to develop materials with enhanced corrosion resistance.

Keywords: chloride ion diffusion, electrolytic dissociation, porous concrete structure, diffusion coefficient, mathematical model, passive film, reinforcement corrosion.

NUMERICAL MODELING OF SUPPORT FIELD AND FOUNDATION INTERACTION IN DESIGN OF HIGH-RISE BUILDINGS

B. M. Cherepanov, E. S. Kolesnikova

The article discusses the calculation of pile foundation deformations for a 25-storey residential building being constructed in the difficult engineering and geological conditions of Novosibirsk. The article analyzes the transition from normative calculation to numerical modeling in the LIRA-SAPR 2024 software package using the GROUND module. The article provides a detailed description of the principles of forming a three-dimensional foundation model, the features of modeling the interaction between the pile, formwork, and soil, as well as the iterative nature of the calculation. The article presents the results of determining the settlements and analyzing the obtained results.

Keywords: pile foundations, foundation settlements, LIRA-SAPR, ground module, numerical modeling, weak soils, static probing, and high-rise construction.

INFLUENCE OF THE RATIO OF COMPONENTS ON THE PRODUCTION OF SUCROSE STEARATES

S.A. Suponia, A.A. Batvinova, A.V. Protopopov

The influence of the ratio of components and catalysts on the properties of sucrose esters with stearic acid has been studied. This research will allow the use of sucrose esters as a safe and biodegradable surfactant base, replacing synthetic surfactant bases. This will help to reduce the use of petroleum products and reduce the negative impact on the environment.

Keywords: surfactants, sucrose with stearic acid, sucrose, modification of sucrose, fatty acid esters

DEVELOPMENT OF A LABOR MOTIVATION SYSTEM AIMED AT INCREASING PRODUCTIVITY IN THE CONTEXT OF A SHORTAGE OF QUALIFIED PERSONNEL DURING ITS

Penkovskaya Yulia Andreevna, Yatsenko Valeria Vladimirovna,
Tabashnikova Anastasia Anatolyevna

This paper examines the transformation of approaches to staff motivation in the context of an acute shortage of qualified personnel, which has developed in the Russian Federation since the beginning of its implementation. The developed motivation model is presented, focused not on finding external candidates, but on retaining and increasing returns from current staff.

Keywords: Shortage of qualified personnel, labor market, free labor, labor motivation, productivity improvement, staff retention, salary race, hybrid wage system, intangible motivation, employee burnout, human resource management.

BUSINESS CLIMATE AND ADAPTATION OF SMALL AND MEDIUM ENTREPRENEURSHIPS TO TAX REFORM IN THE REGIONS OF SIBERIA

Y. A. Spruga, I. V. Maratkanova

Against the backdrop of structural economic transformation and tightened fiscal regulation in 2026, the small and medium-sized enterprise (SME) sector faces systemic challenges. Drawing on empirical data collected in February–March 2026, this study provides a comprehensive analysis of the adaptive capacity of SMEs across the Siberian Federal District (SFD). The methodology incorporates the assessment of managerial accounting data, cash flow gap modeling, and the analysis of executive behavioral responses. The research identifies a critical decline in financial resilience, driven by shrinking real household incomes, an increased tax burden, and the rationalization of consumer behavior. It demonstrates a strategic shift from extensive market scaling toward operational liquidity management,

the adoption of lean technologies, and the digital algorithmization of business processes. Particular attention is given to industry-specific differentiation of stress factors and the risks associated with the deliberate capping of revenues to avoid transitioning to the general tax regime. The authors formulate predictive models for sectoral development. The findings establish a scientific and methodological foundation for calibrating regional policies, designing applied anti-crisis frameworks, and facilitating the transition of businesses toward risk-oriented management under heightened market volatility, thereby offering practical value for both entrepreneurs and regulatory authorities. The study makes a substantial contribution to the advancement of adaptive management theory.

Keywords: small and medium-sized enterprises (SME); Siberian Federal District; business climate; regional economy; adaptation strategies; tax reform; financial resilience; consumer demand.

A STUDY OF THE INNOVATION AND TECHNOLOGY COMPONENT OF REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS (CASE STUDY OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT REGIONS)

S. D. Usanova, E. V. Baranova

This paper analyzes the innovation and technology component of regional economic systems in the Siberian Federal District for the period 2018–2024. Methods of normalizing indicators based on average and best values were used. Significant heterogeneity in innovation development is revealed, with the Novosibirsk Region leading the way and the need for targeted support for lagging regions.

Keywords: innovation activity, normalization of regional development indicators, regional economy, innovation and technology component of the economy.

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE PREMIUM CAR MARKET IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR 2024-2025

D. R. Manakov, E. I. Kazitova

This article analyzes the structure of the premium car market in the Russian Federation for 2024-2025. Based on statistical data from Rosstat, the Federal Tax Service, and Avtostat, the article examines the dynamics of premium brand sales, changes in the segment of cars priced over 10 million rubles, and regional differences in the growth of such cars. It is shown that the observed discrepancy between the aggregated and detailed indicators is due not only to fluctuations in demand but also to a structural shift within the premium segment associated with changes in the market pricing configuration. It was found that the main growth in new premium cars is concentrated in the largest metropolitan areas—Moscow, the Moscow region, and St. Petersburg—while other regions are significantly behind them in terms of demand. It is concluded that the premium car market can be used as an indirect indicator of household wealth, but only when accounting for methodological differences, price dynamics, and regional specifics.

Keywords: premium cars, luxury cars, car market, regional differentiation, consumer demand, household wealth, price shift, Moscow, St. Petersburg, Federal Tax Service, Avtostat.

EXPERIMENTAL VALIDATION OF THE EFFICIENCY OF A PRISMATIC SOLAR POWER PLANT FOR DISTRIBUTED ENERGY IN THE CONDITIONS OF THE ALTAI REGION

N. A. Dostavalov, V. I. Stashko

The article presents the results of a full-scale experiment on the comparative analysis of prismatic (PSPP) and classical (SPP) power modules in the conditions of the Altai Region. The relevance is determined by high tariffs for agricultural enterprises (up to 15 RUB/kWh) and the shortage of space for traditional generation. The aim is a quantitative assessment of the increase in energy yield and the economic efficiency of the vertical multifaceted design. The methodology is based on synchronous measurements of two arrays of equal peak power (7.04 kW) during the autumn-winter period of 2025–2026 using precision shunts and microcontroller-based monitoring. The results showed that the PSPP increases the duration of effective generation from 6 to 10–11 hours per day, and the energy yield over seven months amounted to 1496 kWh compared to 816.7 kWh for the classical one (an advantage of 1.83 times). The discounted payback period of a 9.6 kW PSPP is 3.6 years (1.6 years faster than the classical one), and the internal rate of return reaches 38%. The design is recommended for distributed generation facilities in regions with variable cloud cover and stable snow cover.

Keywords: prismatic solar power plant, microgeneration, distributed energy, vertical panel arrangement, comparative experiment, Altai Region, hybrid power unit, TOPCon panels.

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR MONITORING THE ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT AT ELECTRIC SUBSTATIONS

S.S. Golubtsov, A.S. Solovskoy

The article discusses the problem of monitoring the electromagnetic environment at facilities of the electric power grid complex. Electromagnetic fields of industrial frequency 50 Hz, created by switchboards, cable lines, and transformer substations, have an adverse effect on personnel in the form of reduced performance, impaired nervous system and thermoregulation, oxidative stress, and DNA damage. Existing methods for monitoring electromagnetic fields, including periodic measurements during special assessments of working conditions after reconstruction, do not allow for tracking the dose load during a shift and providing prompt warnings about exceeding the permissible exposure time. A method for monitoring the electromagnetic environment based on RFID technology has been proposed. The method involves pre-mapping of zones with the calculation of the permissible exposure time, the use of a passive RFID tag to identify the location of personnel, and the automatic activation of light/sound alerts when the exposure time approaches the limit. The technical effect is to improve electromagnetic safety by eliminating the human factor and enabling integration with digital twins of electrical substations.

Keywords: electromagnetic field, electromagnetic environment, electromagnetic control, power grid complex, industrial frequency, radio signal, radio frequency identification, identification, RFID tag, occupational safety.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PID CONTROLLER AND SMITH PREDICTOR EFFICIENCY IN SYSTEMS WITH TRANSPORT DELAY

Anastasia V. Stoyanova, Ilya A. Ivanov

This paper presents a comparative analysis of the efficiency of a classical PID controller and a Smith predictor in controlling systems with significant transport delay. A mathematical model of the closed-loop systems is developed, accounting for the impact of time delay on stability and dynamic response. Simulation models based on a first-order aperiodic system and a separately excited DC motor were created to evaluate transient performance metrics under step excitation. The operating principle of predictive compensation is examined, wherein a parallel plant model generates a feedback signal that effectively excludes the delay term from the closed-loop characteristic equation. The results demonstrate that as delay increases, the classical PID controller requires gain reduction, leading to sluggish response and overshoot. In contrast, the Smith predictor restores dynamics closely matching a delay-free reference system and completely eliminates oscillatory behavior. The simulation findings substantiate the practical selection of a control architecture based on the ratio between the plant's time constants and the transport delay magnitude.

Keywords: Smith predictor, PID controller, transport delay, automatic control system (ACS), predictive control, performance criteria.

USE OF ALTERNATIVE FUELS IN THE ENERGY SECTOR ON THE EXAMPLE OF OAT HUSK

Ivanova Veronika Maksimovna, Kapishnikov Artem Vitalievich

The article reveals the prospects for the use of oat husk as an alternative fuel, considers the advantages and disadvantages, and also makes a comparative analysis with brown coal of the Rukovskoye deposit.

Keywords: oat husks, alternative fuel, brown coal, heat of burning, co-combustion, volatile substances, ash content.

AN ARCHITECTURAL SYMBOL OF ALTAI: A SKI COMPLEX AT LAKE TELETSKOE. A CONCEPT FOR SYNTHESIS OF MODERN FORM AND THE TELEUT CULTURAL CODE

D.V. Artemenko, M.M. Dindienko

This article presents the architectural concept for a ski resort on the slope of Mount Kokuya (Lake Teletskoe, Altai Republic). The project combines recreational functions, respect for the natural environment of a UNESCO World Heritage site [4, 5], and the profound semantics of Teleut culture [1, 2]. The main image—"a jewel set in a mountainside"—is revealed through the building's arched form, a cylindrical dominant with a glass ail and a hyperboloid tower [8, 9], undulating railings of golden metal and frosted glass, and a three-level landscaped embankment park with cut-out openings for

existing trees. The nighttime lighting concept is based on a soft, warm glow, transforming the complex into a "breathing beacon" against the backdrop of the mountains.

Keywords: ski resort, Lake Teletskoye, Altyn-Köl, Teleut culture, red ornamentation, glass ail, hyperboloid tower, accessible roof, embankment park, ethno-architecture, terrain cure, golden wave.

VOCATIONAL GUIDANCE CAMP FOR CHILDREN IN THE ZMEINOGORSKY DISTRICT (MAIN ARCHITECTURAL SOLUTIONS)

L.R. Bayramova, S.Yu. Tatalyuk, T.M. Popolzina, M.P. Dindienko

This article is devoted to the development of an architectural concept for a children's career guidance camp in the Zmeinogorsky District of the Altai Krai. The paper examines the architectural planning solutions for the Performance Center with an open amphitheater and the Cultural and Information Center, as well as the principles of functional zoning of the territory, the organization of educational clusters, and the creation of a unified architectural environment linked to the natural landscape of Lake Kolyvanskoye.

The project aims to discover children's talents, promote their comprehensive development, and enhance the region's tourist and educational appeal.

Keywords: career guidance camp, children's architecture, educational environment, architectural concept, Zmeinogorsky District, Altai Krai

A METHODOLOGY FOR THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF DESIGN PROJECTS FOR ANNIVERSARY EVENTS USING THE EXAMPLE OF VISUALIZATION OF AN EVENT DEDICATED TO THE 100TH ANNIVERSARY OF EKATERINA SAVINOVA

V.S. Gorbunova, Yu.V. Ramenskaya

The article examines the complex process of developing identification, representing a system of visual elements united by a common concept, creating a unique and recognizable image of Ekaterina Savinova. The article presents a brief analysis of analogs of foreign and domestic experience in the development of identity. The step-by-step process of developing an event identification package is described in more detail, which includes the main elements, style-forming modules that provide a holistic visual perception at all points of contact.

Keywords: Ekaterina Fedorovna Savinova, 100 years old, Honored Artist of the RSFSR, graphic design, design project, design concept, emblem, graphic language, advertising and printing products.

DEVELOPING A RESEARCH MEDICAL COMPLEX WITH A PALLIATIVE FUNCTION: ARCHITECTURAL AND PLANNING PRINCIPLES

K. E. Gorshkova, M. P. Dindienko, E. I. Reizbikh

This article substantiates the need to transition from the model of isolated medical facilities to an integrative architectural environment. Using the example of the Altai Krai, where the provision of palliative care beds remains critically low, the need for combining science and palliative care is revealed. A key design premise is the concept of "sensory architecture" and evidence-based design, which views the environment as a therapeutic resource. The authors propose a systemic model of a research medical complex based on seven architectural and planning principles: spatial integration of functions, scenario-based design, environmental gradation, sensory architecture, adaptability, connection with nature, and therapeutic communication. The proposed approach aims to overcome the isolation of palliative patients and accelerate the implementation of scientific developments into clinical practice.

Keywords: research center, healthcare architecture, medical complex, hospice, cancer centers, experimental therapy, palliative care, architectural planning principles, scientific medical complex, evidence-based design.

**CONCEPT OF A MULTI-LEVEL PEDESTRIAN SPACE
IN THE CITY OF BARNAUL (PALOVSKY TRACT INTERCHANGE
– MALAKHOVA STREET)**

A.R. Dudareva, M.P. Dindienko, A.S. Malygin, R.S. Zhukovsky

This article presents a conceptual design of a public multifunctional pedestrian space on the territory of the city of Barnaul (a transport hub (road interchange) on the Pavlovsky tract). The concept is based on an analysis of global experience in design and construction. As a result of the analysis, the problem of the social aspect has been identified. It is proposed to create a new pedestrian hub, thereby solving the problem of comfortable and safe movement of city residents in this place, as well as creating functional and popular recreational areas in the city of Barnaul.

Keywords: architecture; concept, the social aspect, multi-level pedestrian space; urban space; transport hub.

**ARCHITECTURE FOR THE DEVELOPMENT OF A RURAL SETTLEMENT IN THE TAIGA REGION
(ZAVAL VILLAGE, IRKUTSK REGION)**

V. D. Zholobova, R. S. Zhukovsky

This article examines the concept of architectural and urban planning solutions for the village of Zaval in the Irkutsk Region. The project aims to preserve the area and develop sparsely populated municipalities.

Keywords: settlement, architectural design, Zaval village, indigenous traditions of the Irkutsk Region.

PRINCIPLES AND TECHNIQUES FOR CREATING GRAPHIC VISUALIZATION AND NAVIGATION FOR EVENT MANAGEMENT, USING THE "YARILO" FESTIVAL AS AN EXAMPLE

K. A. Zhukova, Yu. V. Ramenskaya

This article examines the concepts, principles, and techniques for developing graphic visualization and navigation for event management. A concise analysis of domestic and foreign analogues of ethnic festivals is provided. The greatest attention in the article is paid to the stages of forming the graphic image and emblem of «Yarilo».

Keywords: event management, navigation system, cultural code, neural networks, cultural tourism.

COMPREHENSIVE IDENTITY OF THE VOLUNTEER ORGANIZATION "CLEAN REGION - ALTAI"

S.D. Chertenkova, Yu.V. Ramenskaya

The article deals with the actual issues of comprehensive identity development for volunteer organizations in modern conditions. An analysis of the problems of visual identification of ecological movements is carried out, including legal aspects of graphics usage. A comparative analysis of analogues of domestic and foreign experience of eco-branding is provided. In more detail the article shows the progress of work on the search for the concept of organization identity. The design solution of the brand sign based on the concept of "unity in care" and the system of visual communication carriers of the volunteer organization "Clean Region - Altai" is described for the first time.

Keywords: volunteer organization, comprehensive identity, eco-branding, visual communication, corporate style, Altai region, social design.

**SOFTWARE DEVELOPMENT FOR NEXTION HMI DISPLAY IN LABORATORY EQUIPMENT
MANAGEMENT TASKS**

I. D. Paramonov, A. N. Somov, K. R. Zarichny

The article is devoted to the development of Nextion intelligent display software to accelerate the development of user interfaces (UI) for embedded systems based on microcontrollers. The features of the display architecture, its advantages and limitations are considered, including the division of responsibility between the display and the central microcontroller. Practical approaches to creating an effective and intuitive interface for automatic laboratory equipment, including control of a pendulum and light exposure, are described. Specific optimization methods used to overcome the technical limitations of the Nextion platform, such as limiting multitasking and resource constraints, are presented.

The prospects for further development of the technology, including the expansion of functionality and increased energy efficiency, are emphasized. The positive effect of using Nextion in real engineering projects has been experimentally confirmed, demonstrating the significant potential of the board for developers and electronics manufacturers.

Keywords: microcontroller, intelligent displays, Nextion, prototyping, multitasking, resource optimization.

**DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF A PRINTED CIRCUIT
BOARD USING PHOTORESIST TECHNOLOGY**

I. D. Paramonov, A. N. Somov, K. R. Zarichny

The article discusses the process of designing and manufacturing a printed circuit board for an automated device. The stages of topological design in the DipTrace environment, the preparation of the control program in ArtCAM, as well as the technological process of preparing the board using the photoresist method, including drilling, applying photoresist, exposure, development, etching and subsequent installation of components, are described. The interim and final results of each stage are presented.

Keywords: printed circuit board, DipTrace, ArtCAM, photoresist, etching, drilling, RINZ.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Статья объёмом от 3 страниц (по согласованию с редакцией, допускаются статьи объёмом от 3 до 10 страниц), имеющая индекс УДК, аннотацию и ключевые слова на русском языке (в начале текста статьи) с приложением в отдельном файле перевода названия, аннотации, ФИО авторов и ключевых слов на английском языке, а также сведений об авторах (учёной степени, звания и места работы, e-mail и/или контактного телефона) должна отвечать следующим требованиям:

Работы принимаются в текстовом редакторе Microsoft Word.

Во вкладке «Разметка страницы»: используется размер бумаги формата A4, ориентация листа книжная. Поля: верхнее – 3,5 см; нижнее – 2,5 см; левое – 2,5 см; правое – 2,5 см; переплет – 0 см. В диалоге «Колонки» – «Другие колонки» выбирается расположение текста «в две колонки», устанавливается ширина колонок – 7,65 см, промежуток между ними – 0,7 см. В диалоге «Расстановка переносов» выбирается «авто».

Во вкладке «Вставка» выбирается «Верхний колонтитул» – «Пустой», далее появляется вкладка «Конструктор», включаются «Особый колонтитул для первой страницы» и «Разные колонтитулы для четных и нечетных страниц». Колонтитулы от края: верхний – 2,0 см; нижний – 2,0 см.

В верхнем колонтитуле указывается: на титульной странице – «особый колонтитул»; на чётных страницах – инициалы и фамилия автора («Arial», 10 пунктов, прописные); на нечётных страницах – название статьи («Arial», 10 пунктов, прописные). Нумерация страниц проставляется шрифтом размером «Arial», 12 пунктов, курсив. Расположение нумерации – внизу страницы в нижнем колонтитуле, для четных страниц выравнивание по левому краю, для нечетных по правому.

Структура статьи в обязательном порядке должна содержать:

- УДК (размещение в левом верхнем углу документа);
- Названия статей набираются прописными буквами (шрифт «Arial», размер шрифта текста – 14 пунктов, полужирный) по центру документа;
- Инициалы и фамилии авторов размещаются под названием статьи (шрифт «Arial», размер шрифта текста – 12 пунктов);
- аннотация (шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный») – текст (объёмом 150 - 200 слов), отражающий актуальность, цель, методы исследования, полученные результаты;
- ключевые слова (не менее 10 слов или словосочетаний) (шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»);
- основной текст (для основной части текста используется шрифт «Arial», размер шрифта основного текста – 10 пунктов, красная строка (отступ) – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»);
- список литературы (шрифт «Arial», размер – 9 пунктов) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»;
- сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учёная степень, звание, место работы, e-mail и/или контактный телефон – обязательно, индикаторы ORCID – по желанию);
- на английском языке перевод названия статьи, ФИО авторов, аннотации и ключевых слов в отдельном файле.

Для создания формул и таблиц используются встроенные возможности Microsoft Word. Рисунки цифрового формата (в электронном виде) создаются средствами Microsoft Word или другими программами и вставляются в нужное место документа.

Размеры рисунков не должны превышать границы полей страницы основного текста документа с учетом подрисовочной подписи. Рисунки издательством не редактируются. Если рисунок по ширине превышает размер колонки, то необходимо ставить перед ним и после него разрыв раздела на текущей странице и располагать рисунок в начале или в конце страницы.

Рисунки, надписи и объекты Microsoft Word должны перемещаться вместе с текстом, т. е. быть не по-верх текста!

При приеме работы в печать обязательно наличие твердой копии, 1 внешней рецензии, экспертного заключения и согласия на обработку персональных данных!

К публикации принимаются статьи, ранее нигде не опубликованные и не представленные к печати в других изданиях.

Публикации принимаются на русском и английском языках.

К статье прилагается согласие на обработку персональных данных.

Материалы журнала (постатейно) и сопроводительная документация собираются и передаются в редакцию ответственным за выпуск лицом.

Все статьи будут проверены в системе «Антиплагиат», при оригинальности менее 75 % статьи будут возвращены авторам.

Контактная информация:

Стопорева Татьяна Александровна – тел.: 89039905960, e-mail: orpd_sta@mail.ru

Степанова Анна Александровна – тел. 89967044850, e-mail: editor.altgtu@mail.ru

ПОЛЗУНОВКИЙ АЛЬМАНАХ

Электронное периодическое научное издание

Статьи опубликованы в авторской редакции

Издательство Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46



ISSN 2079-1097

Издательство АлтГТУ им. И. И. Ползунова

656038 г. Барнаул, пр. Ленина, 46, каб. 113 главного корпуса

тел./факс +7 (3852) 29-09-46

сайт: <http://ipc.altstu.ru/> e-mail: altgtu@mail.ru

Дизайн обложки: Р.С. Жуковский, доц. каф. ТИАрх

НА ОБЛОЖКЕ:

Главный корпус АлтГТУ, памятник И. И. Ползунову, г. Барнаул