

НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ

Часть 1

Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 70-летию со дня образования
Комсомольского-на-Амуре государственного университета
Комсомольск-на-Амуре, 7-8 октября 2025 г.



Комсомольск-на-Амуре
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

**НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ:
ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ**

Часть 1

Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 70-летию со дня образования
Комсомольского-на-Амуре государственного университета
Комсомольск-на-Амуре, 7-8 октября 2025 г.

Комсомольск-на-Амуре
2025

УДК 001:621
ББК 95.4
Н34

Рецензент – А. А. Буренин, главный научный сотрудник,
член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор
(Институт машиноведения и металлургии, ХФИЦ ДВО РАН)

Редакционная коллегия:

А. В. Космынин, доктор технических наук, профессор, отв. ред.;
П. А. Саблин, кандидат технических наук, доцент;
О. А. Красильникова, кандидат технических наук;
А. С. Гудим, кандидат технических наук, доцент;
И. А. Трещев, кандидат технических наук;
И. Н. Журбина, кандидат физико-математических наук
(г. Комсомольск-на-Амуре, КнАГУ)

Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : материалы IV Всеросс.
Н34 науч.-практ. конф., г. Комсомольск-на-Амуре, 7-8 октября 2025 г. / редкол. :
А. В. Космынин (отв. ред.) и др. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ»,
2025. – Ч. 1 – 474 с.

ISBN 978-5-7765-1611-5 (Ч. 1)
ISBN 978-5-7765-1610-8

Материалы сборника освещают научные проблемы инновационного развития современной техники и технологий, объединяя усилия аспирантов, соискателей учёных степеней, молодых учёных и научно-педагогических работников для решения актуальных задач науки и техники.

Публикуемые материалы будут полезны преподавателям вузов, руководителям и специалистам предприятий, а также студентам и аспирантам, проявляющим интерес к данной проблематике.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Конференция посвящена 70-летию Комсомольского-на-Амуре государственного университета.

УДК 001:621
ББК 95.4

ISBN 978-5-7765-1611-5 (Ч. 1)
ISBN 978-5-7765-1610-8

© ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2025

СЕКЦИЯ

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК,
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК 004.932.2

Альхименко Игорь Николаевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Alkhimenko Igor Nikolaevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьев Ян Юрьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigoriev Yan Yurievich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

АНСАМБЛЕВЫЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ (ENSEMBLE MACHINE LEARNING METHODS)

Аннотация. В работе представлен обзор современных подходов ансамблирования в машинном обучении, в частности, бэггинг, бустинг, стекинг. Рассматриваются принципы построения ансамблевых моделей, анализируются их преимущества и недостатки. На основании обзора современных методов ансамблирования ставится задача к проведению будущих исследований и оценивается применимость ансамблевых методов к задачам динамического прогнозирования наблюдаемых изменений на исследуемых поверхностях.

Abstract. The paper presents an overview of modern ensemble approaches in machine learning, including bagging, boosting, and stacking. It discusses the principles of building ensemble models and analyzes their advantages and disadvantages. Based on the review of modern ensemble methods, the paper sets out future research objectives and evaluates the applicability of ensemble methods to the task of dynamically predicting observed changes on the studied surfaces.

Ключевые слова: ансамблевые методы, бэггинг, бустинг, стекинг, машинное обучение.

Key words: ensemble methods, bagging, boosting, stacking.

Введение

В настоящее время машинное обучение является важным инструментом для решения сложных задач, связанных с выявлением скрытых зависимостей и прогнозированием аномалий [1]. Предиктивная аналитика динамики изменения состояния земной поверхности является одной из таких задач. Изменение нефтяных пятен, паводковая ситуация на реках [2], распространение болезней растений – лишь некоторые примеры проблем, решаемых, в том числе, методами машинного обучения [3]. Решение таких задач сильно зависит не только от выбора метода машинного обучения, но и от обобщающей способности прогнозной модели и её адаптации к изменяющимся внешним факторам. При исследовании динамических процессов появляется необходимость корректировки прогноза модели с учетом различных характеристик наблюдаемых зон на поверхности Земли и их возможного, периодического изменения, связанного с сезонной зависимостью. Наибольшая точность предсказываемого результата может достигаться при использовании ансамблевых методов машинного обучения, объединяющих предсказания нескольких базовых моделей для получения более устойчивого и точного результата.

Целью данной работы является систематизация знаний об ансамблевых методах машинного обучения и формирование подходов к исследованию динамических процессов при помощи ансамблирования.

Основная часть

Ансамблевые методы основываются на идее совмещения предсказаний нескольких базовых моделей для формирования более точного и устойчивого результата по сравнению с отдельными моделями. В зависимости от исследуемой задачи, сложности и полноты данных выделяют три основных подхода ансамблирования: бэггинг, бустинг и стекинг.

Бэггинг (Bootstrap Aggregating) – подход, который заключается в параллельном обучении множества моделей на различных случайных подвыборках обучающих данных с возвращением, схематично данный подход представлен на рисунке 1.

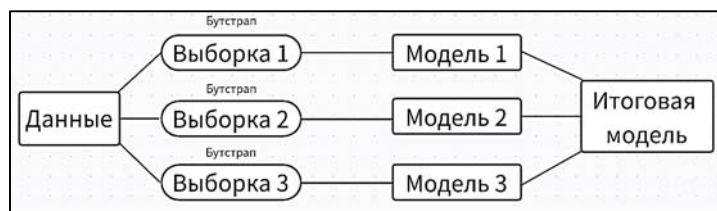


Рисунок 1 – Схема бэггинга

Каждая подвыборка бэггинга формируется методом бутстрапа, при котором из исходного набора из N объектов случайным образом с возвращением выбирается N объектов. В результате около 63,2 % уникальных объектов попадают в каждую подвыборку, а остальные (~36,8 %) образуют так называемый out-of-bag (OOB) набор, который может использоваться для оценки качества модели. В случае задачи регрессии итоговое предсказание вычисляется как среднее арифметическое предсказаний всех моделей, формально бэггинг для задачи регрессии описывается следующим образом: пусть имеется T базовых моделей $m(x) = \{m_1(x), m_2(x), \dots, m_T(x)\}$, каждая из моделей обучена на своей выборке, для задачи регрессии итоговое предсказание $P(x)$ вычисляется по формуле $P(x) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T m_t(x)$, где x – вектор обучающих данных, $m_t(x)$ – предсказание модели $t = \overline{1..T}$.

Недостатком метода является необходимость использования большого количества базовых моделей машинного обучения, что может негативно отражаться на вычислительной способности системы.

Бустинг (Boosting) - ансамблевый метод, целью которого является снижение смещения модели. В отличие от бэггинга, обучение моделей происходит поочередно, каждая следующая модель пытается исправить ошибку предыдущих (рисунок 2).

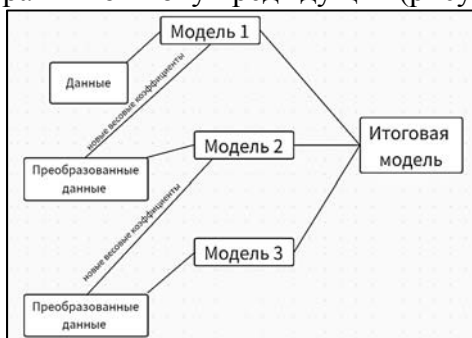


Рисунок 2 – Схема бустинга

Данный подход позволяет улучшать качество ансамбля, особенно на сложных, нелинейных зависимостях. К плюсам бустинга относится высокая точность при обучении на сложных данных и хорошая совместимость с простыми базовыми моделями машинного обучения. К недостаткам метода относится склонность к переобучению при малом объеме данных или неправильном выборе числа итераций.

Стекинг – это мета-ансамблевый метод, который состоит из 2 уровней. При первом уровне обучаются несколько однородных моделей, на исходных данных. При втором уровне мета-модель обучается на предсказаниях базовых моделей как на новых признаках, оценивая влияние каждой из моделей на итоговое предсказание (рисунок 3).

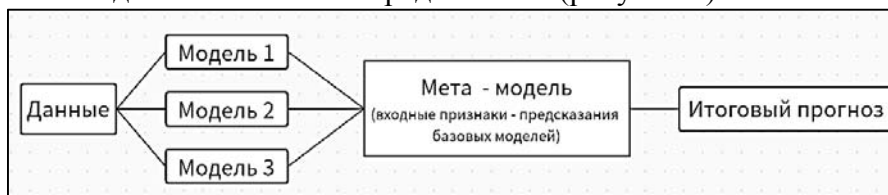


Рисунок 3 – Схема стекинга

Формально этот подход можно описать следующим образом: пусть на наборе данных x обучаются несколько базовых моделей $m(x) = \{m_1(x), m_2(x), \dots, m_T(x)\}$, при этом каждая из моделей формирует свой прогноз $y_1(x) = m_1(x), y_2(x) = m_2(x), y_1(x) = m_T(x)$. Тогда

итоговый прогноз $y_{meta}(x)$ формируется другой мета-моделью m_{meta} с учетом прогноза прошлых значений $y_{meta}(x) = m_{meta}(y_1(x), y_2(x) \dots y_T(x))$.

Для задач прогнозирования динамики изменения земной поверхности целесообразно применять стекинг, обеспечивающий объединение предсказаний различных моделей в ансамбль. Для задач экологического мониторинга [4] целесообразен учет не только изменения положения исследуемого объекта, но и других параметров, поскольку большая часть динамических процессов описываются не только текущими локальными изменениями, но может подчиняться периодическим сезонным закономерностям [5].

Общая схема стекинга с мета-моделью линейной регрессии имеет вид:

$$y_{meta}(x, t) = \alpha_1 y_1(x, t) + \beta_1 y_2(x, t),$$

где x – входные данные;

t – время;

α_1, β_1 – весовые коэффициенты, определяющие влияние результатов предсказания первой модели $y_1(x, t)$ и второй модели $y_2(x, t)$ на итоговый прогноз $y_{meta}(x, t)$ (рисунок 4).



Рисунок 4 – Общая схема формирования прогноза при помощи стекинга

Данный подход позволяет получать точный прогноз, необходимый в задачах мониторинга динамических процессов. В зависимости от времени анализа и оценки текущей ситуации определяется влияние той или иной модели на формирование итогового прогноза.

Заключение

В работе проведен обзор современных подходов к объединению нескольких моделей машинного обучения в ансамбль. Оценена применимость данного подхода к задаче мониторинга изменений земной поверхности. Задачи экологического мониторинга требуют учета различных факторов окружающей среды, поэтому обучение модели должно производиться на различных данных. В дальнейших исследованиях для построения результирующего прогноза целесообразно применение стекинга обеспечивающего возможность интеграции различных моделей, использующих различные данные для решения одной и той же задачи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Формирование набора данных для решения задач детектирования нештатных ситуаций в экологии / И. Н. Альхименко, Е. П. Жарикова, М. А. Чепурных [и др.] // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 360-362.
2. Формирования набора данных для исследования акватории реки Амур / Я. Ю. Григорьев, Е. П. Жарикова, И. Н. Альхименко [и др.] // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 342-345.
3. Применение методов машинного обучения в задачах оценки технологических процессов / О. В. Попова, Я. Ю. Григорьев, Е. П. Жарикова, А. Л. Григорьева // Ученые записки Комсо-

мольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2021. – № 7(55). – С. 68-72. – DOI 10.17084/20764359-2021-55-68.

4. Григорьев, Я. Ю. Предварительная обработка данных для реализации методов машинного обучения в задачах экологического контроля / Я. Ю. Григорьев, И. Н. Альхименко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2024. – № 1(73). – С. 25-31.

5. Григорьев, Я. Ю. использование машинного обучения для задачи прогнозирования изменений береговой линии реки амур / Я. Ю. Григорьев, И. Н. Альхименко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2025. – № 3(83). – С. 16-23.

УДК 519.23+519.6

Андросов Артем Станиславович, аспирант, Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий

Androsov Artem Stanislavovich, graduate student, Federal Research Center for Information and Computational Technologies

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

ПРИ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ В ДАННЫХ

A POLYNOMIAL CURVES FITTING FROM DATA WITH INTERVAL UNCERTAINTY

Аннотация. В статье рассматривается метод восстановления полиномиальных зависимостей в условиях интервальной неопределённости, который во многих ситуациях обеспечивает более адекватную обработку неточных результатов измерений и наблюдений, нежели традиционные теоретико-вероятностные подходы. Предлагаемый метод использует математический аппарат интервального анализа и основан на так называемом принципе максимума совместности. Для демонстрации эффективности нового метода было проведено его сравнение с традиционным методом наименьших квадратов на примере обработки реальных данных алюмотермического процесса утилизации промышленных отходов.

Abstract. The paper considers a method for the polynomial curves fitting under interval uncertainty. In many situations, it provides more adequate processing of inaccurate measurement and observation results than traditional probabilistic statistics approaches. The proposed method uses the mathematical tools of Interval Analysis and is based on the so-called method of maximum compatibility. To demonstrate the efficiency of the new method, it was compared with the traditional least squares method using the example of processing real data from the alumothermal process of industrial waste recycling.

Ключевые слова: интервал, интервальная неопределённость, регрессия, распознающий функционал, IntvalPy.

Key words: interval, interval uncertainty, regression, recognizing functional, IntvalPy.

Введение

Предположим, что интересующая нас величина y описывается некоторой функциональной зависимостью от переменных $x_1, x_2, \dots, x_m$, причём форма этой зависимости задана и выглядит как

$$y = f(x, \beta), \quad (1)$$

где f является выражением некоторого фиксированного вида от вектора независимых переменных $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ и вектора параметров $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$. Необходимо оценить значения параметров $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, которые наилучшим образом соответствуют набору значений x и y , полученному в результате наблюдений за исследуемым процессом.

Пусть в результате n наблюдений получены значения функции y_i на наборах значений аргументов $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}$, где $i = 1, 2, \dots, n$ соответствует номеру наблюдения. По смыслу постановки задачи должны выполняться равенства

$$y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

которые фактически представляют собой систему уравнений относительно неизвестных $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$. На практике эта система уравнений, как правило, не имеет традиционных решений из-за ошибок в данных, полученных в результате неточных измерений и неконтролируемых внешних воздействий. В таких случаях ищут некоторое псевдорешение – решение полученной системы уравнений, причём часто привлекаются теоретико-вероятностные модели погрешностей в данных. Однако в реальных условиях точные законы распределения ошибок редко бывают известны, и обычно их характеристики задаются на основе некоторых допущений [1].

В работе рассматривается подход к оцениванию параметров функции f , основанный на идеях и методах интервального анализа. Одним из ключевых преимуществ предлагаемого метода является возможность восстановления функциональной зависимости на основе лишь знания о максимальной погрешности измерений, без необходимости привлечения вероятностных моделей ошибок. Для решения этой задачи используется метод максимума совместности, который был специально адаптирован для случая полиномиальных модельных функций. Его алгоритмическая суть состоит в сведении задачи параметрического оценивания к проблеме максимизации специальных распознающих функционалов [1, 2].

Основная часть

В практике математического моделирования часто встречаются функции, которые не являются линейными, но могут быть представлены линейными комбинациями некоторых «базисных» нелинейных функций. Это могут быть, например, алгебраические полиномы, тригонометрические полиномы и полиномы из экспонент. Предположим, что модельная функция (1) имеет именно такой вид, то есть

$$y = f(x, \beta) = \beta_1 \phi_1(x_1, \dots, x_m) + \beta_2 \phi_2(x_1, \dots, x_m) + \dots + \beta_p \phi_p(x_1, \dots, x_m), \quad (3)$$

где $\phi_1(x_1, \dots, x_m), \dots, \phi_p(x_1, \dots, x_m)$ – заданное семейство базисных функций.

Если функциональная зависимость выбрана корректно, то неточные оценки значений параметров $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ возникают преимущественно из-за неточности в данных [1]. Основными источниками такой неточности являются погрешности измерений, ограниченная точность представления вещественных чисел в вычислительных системах, агрегация данных (которая может привести к потере информации), наличие выбросов, внешние воздействия, возникающие в процессе сбора данных и так далее. Когда традиционные методы теоретико-вероятностной статистики неприменимы (например, из-за неизвестного распределения ошибок или малого объёма данных), имеет смысл использовать интервальные методы, так как они не требуют предположений о распределении погрешностей и при этом позволяют эффективно учитывать неопределённость в данных.

Напомним, что интервалом вещественной оси $\mathbb{R}$ называется ограниченное, замкнутое и связное множество вещественных чисел, то есть промежуток $[l, b] = \{x \in \mathbb{R} \mid l \leq x \leq b\}$. В соответствии с общепринятой системой обозначений интервального анализа все интервальные величины обозначаются полужирным шрифтом, например, $\mathbf{x}$, $\mathbf{y}$, $\mathbf{z}$. Точечные же значения никаким специальным образом не выделяются. Для получения интервальных данных часто применяют агрегирование точечных значений. Например, можно сконструировать интервал, выбрав минимальное и максимальное значения из набора наблюдений. Другой способ формирования интервальных данных заключается в учёте погрешностей измерений – путём прибавления и вычитания максимальной погрешности к измеренной величине получают, соответственно, верхнюю и нижнюю границы интервала.

Сформулируем задачу восстановления функциональной зависимости по данным с интервальной неопределённостью. Пусть для каждого измерения с номером $i = 1, 2, \dots, n$ имеется набор интервалов значений независимых переменных $\mathbf{x}_{i1}, \mathbf{x}_{i2}, \dots, \mathbf{x}_{im}$ и соответствующий им интервал значений зависимой переменной $\mathbf{y}_i$. Необходимо найти значения параметров $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, при которых для каждого измерения i найдутся такие значения из заданных интервалов $x_{i1} \in \mathbf{x}_{i1}, x_{i2} \in \mathbf{x}_{i2}, \dots, x_{im} \in \mathbf{x}_{im}$ и $y_i \in \mathbf{y}_i$, что $y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}, \beta)$.

В качестве решения поставленной задачи может выступать не один набор значений параметров $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, а целое множество параметров $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$, которое в точности совпадает с *объединённым множеством решений* и формально определяется как

$$\Xi_{\text{uni}} = \{\beta \in \mathbb{R}^p \mid (\exists x_{i1} \in x_{i1}) \dots (\exists x_{im} \in x_{im}) f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}, \beta) = y_i, \quad i = 1, \dots, n\}.$$

В процессе работы с этим множеством возникает несколько существенных вопросов: как выбрать «наилучший» вектор параметров из всего множества и как поступать, если оно оказывается пустым? Для решения этих вопросов используется метод максимума совместности [2]. Его суть заключается в нахождении оценок параметров, которые обеспечивают максимальную согласованность интервальной системы уравнений с исходными данными. Количественной мерой совместности служат распознающие функционалы [1, 2]. Таким образом, метод сводится к задаче безусловной максимизации этих функционалов во всем пространстве $\mathbb{R}^m$, что позволяет найти оптимальные параметры даже при отсутствии точных решений. Обозначим $M = \max_{\beta \in \mathbb{R}^m} \text{Uni}(\beta)$. Тогда

- если $M \geq 0$, то исследуемое множество решений непусто и соответствующий аргумент максимума принадлежит ему;
- если $M < 0$, то множество параметров, совместных с данными, пусто, но на найденном аргументе максимума минимизируется «несовместность» параметров и данных.

Для случая линейной функциональной зависимости в работе [2] был предложен распознающий функционал:

$$\text{Uni}(\beta) = \min_{1 \leq i \leq n} \{\text{rad } y_i - \text{mig}(\text{mid } y_i - \sum_{j=1}^m x_{ij} \beta_j)\}, \quad (4)$$

где rad , mid и mig – функции, которые вычисляют радиус, середину и мигнитуду интервала (см. [1]), а количество параметров β совпадает с количеством независимых переменных x . Этот функционал был адаптирован для случая интервальной полиномиальной модельной функции, имеющей следующий вид:

$$y = f(x, \beta) = \beta_1 \phi_1(x_1) + \dots + \beta_k \phi_k(x_1) + \beta_{k+1} \phi_{k+1}(x_2) + \dots + \beta_p \phi_p(x_m), \quad (5)$$

где $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ – интервальные расширения [1] полиномиальных базисных функций одной переменной.

Для работы с модифицированной моделью необходимо уметь эффективно вычислять интервальные расширения для полиномиальных функций. Основная сложность заключается в многократном вхождении независимой переменной, что приводит к необходимости учёта возможных зависимостей между членами полинома. В качестве примера рассмотрим кубический полином

$$f(x) = -4x + 11x^2 + 5x^3.$$

Его естественным интервальным расширением [3] на интервале $x = [-3, 2]$ является

$$f(x) = -4 \cdot [-3, 2] + 11 \cdot [-3, 2]^2 + 5 \cdot [-3, 2]^3 = [-143, 151],$$

хотя точный интервал области значений заметно уже и равен $[-24, 76]$. Причина огрубления состоит в том, что классическая интервальная арифметика не учитывает связанность переменных, возникающую вследствие многократных вхождений переменных в вычисляемое выражение. В точечном случае значение x остается одним и тем же при каждом его вхождении в выражение. Но при вычислениях с классической интервальной арифметикой мы учитываем ситуации, когда значение переменной в интервале при первом вхождении равно, скажем, 2, при втором 0, а при третьем минус 3, что, естественно, невозможно.

В общем случае задача нахождения наиболее точных интервальных расширений функций является NP-трудной, но для полиномов одной переменной существуют эффективные подходы к её решению. Нетрудно показать, что наибольшее и наименьшее значения полинома на интервале достигаются либо на нижней и/или верхней границах этого интервала, либо в точках, где зануляется первая производная полинома, если они лежат внутри интервала. Эффективное нахождение корней полиномов одной переменной осуществляется с помощью методов вычислительной математики и алгебры.

Для удобного применения распознающих функционалов был разработан программный код на языке Python3.9. Этот код был организован в класс ISPAE и интегрирован в библиотеку интервальных вычислений IntvalPy [3]. Код был апробирован на задаче восстановления функциональной зависимости для определения микротвёрдости HV железоалюминиевого сплава, получаемого в результате алюмотермического процесса, в зависимости от содержания алюминия в термитной шихте [4]. Необходимо установить, как начальная температура шихты перед экзотермическим процессом влияет на микротвёрдость конечного сплава.

В качестве модельной функции, которую мы стараемся подогнать под данные, используется полиномиальная кубическая функция одной переменной:

$$HV = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3, \quad (5)$$

где x – доля содержания алюминия Al в термитной шихте, измеренная в процентах;

$\beta_j, j = 0, 1, 2, 3$ – параметры модели;

HV – микротвёрдость финального сплава, измеренная в МПа.

Для оценки параметров модели были использованы два метода: метод наименьших квадратов (МНК) и метод максимума совместности (ММС).

Сравнение восстановленных зависимостей (рисунки 1, 2) выявляет ключевое различие. МНК-кривые пересекаются при 25 – 35 % Al, что объясняется чувствительностью метода к малому объёму данных (36 точек) и невозможностью учесть неопределённость содержания активного алюминия в шихте. В отличие от этого, ММС-кривые, учитывающие эту погрешность, показывают, что значения для холодной шихты стабильно ниже по всему диапазону. Это позволяет заключить, что подогрев шихты, вероятно, не снижает микротвёрдость сплава.

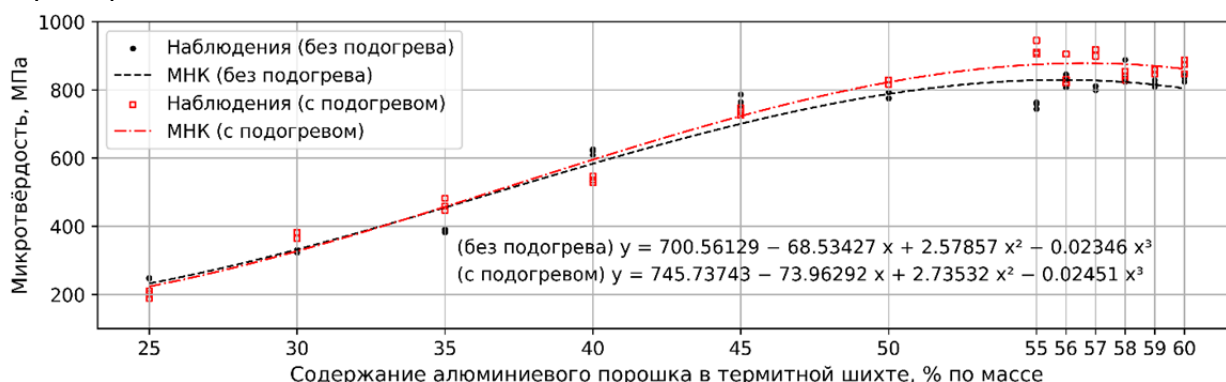


Рисунок 1 – Результаты по МНК для шихты без подогрева и с подогревом

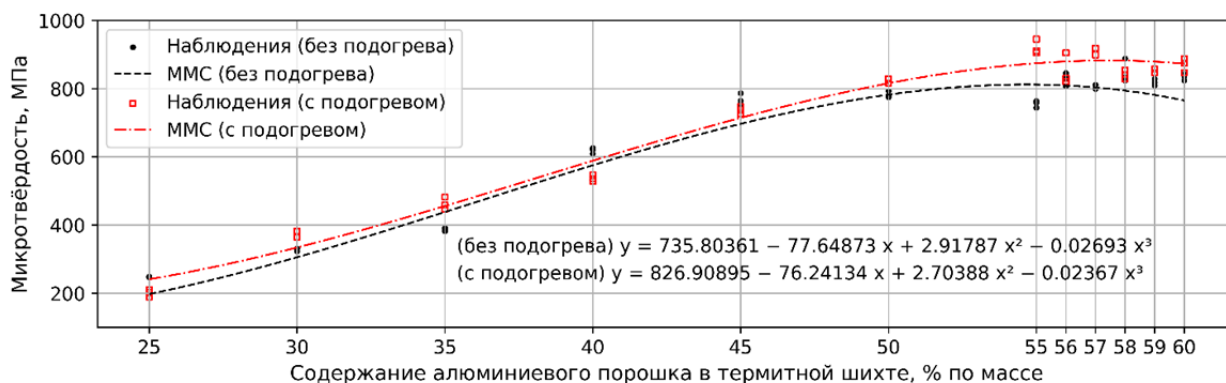


Рисунок 2 – Результаты по ММС для шихты без подогрева и с подогревом

Заключение

В работе представлен подход к восстановлению полиномиальных зависимостей по данным с интервальной неопределённостью, основанный на методе максимума совместности. Одно из основных преимуществ предлагаемого подхода – устойчивость результатов к погрешностям измерений и неточностям в исходных данных.

Разработанный метод был программно реализован в виде модуля ISPAE с использованием языка Python и встроен в библиотеку для работы с интервалами IntvalPy, что позволило создать доступный и удобный инструмент для решения прикладных задач. Экспериментальная проверка на реальных наборах данных позволила обнаружить новые закономерности, которые не улавливаются с помощью традиционного метода наименьших квадратов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обработка и анализ интервальных данных / А. Н. Баженов, С. И. Жилин, С. И. Кумков, С. П. Шарый. – Москва-Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2024. – 363 с. – EDN FOKVPI.
2. Шарый, С. П. Разрешимость интервальных линейных уравнений и анализ данных с неопределённостями / С. П. Шарый // Автоматика и телемеханика. – 2012. – № 2. – С. 111-125. – EDN ORPFNP.
3. Андросов, А. С. IntvalPy - библиотека интервальных вычислений на языке Python / А. С. Андросов, С. П. Шарый // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 5-23. – DOI 10.25205/1818-7900-2022-20-4-5-23. – EDN XLUGOI.
4. Экспериментальное определение зависимости микротвердости железоалюминиевых сплавов от предварительного нагрева исходных шихтовых материалов, предназначенных для алюмотермитного переплава / В. А. Худякова, С. Г. Жилин, В. В. Предеин, Н. А. Богданова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2024. – № 3(61). – С. 18-31. – DOI 10.37972/chgpu.2024.61.3.003. – EDN KKTSAM.

УДК 004.896

Бобоев Шамсиддин Гиёсиддинович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Boboev Shamsiddin Giyosiddinovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА A DIGITAL ECOSYSTEM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF HOUSING AND UTILITIES

Аннотация. Статья посвящена разработке и внедрению цифровой экосистемы (ЦЭС) для управления жилым фондом частной управляющей компании. Рассматриваются ключевые модули системы, автоматизирующие процессы управления имуществом, взаимодействия с жильцами и контроля подрядчиков. Доказывается, что ЦЭС является инструментом для повышения операционной эффективности, прозрачности процессов и качества предоставляемых жилищно-коммунальных услуг.

Abstract. This article examines the development and implementation of a digital ecosystem (DES) for managing residential property at a private management company. Key system modules that automate property management processes, tenant interactions, and contractor monitoring are examined. It demonstrates that the DES is a tool for improving operational efficiency, process transparency, and the quality of housing and utility services.

Ключевые слова: цифровая экосистема, эффективность управляющей компании, личный кабинет собственника, геоинформационная система, цифровизация жилищно-коммунального хозяйства.

Keywords: digital ecosystem, management company efficiency, owner's personal account, geographic information system, digitalization of housing and public utilities.

Введение

Деятельность частной управляющей компании (УК), обслуживающей многоквартирный жилой фонд, в современных условиях характеризуется необходимостью одновременного решения комплекса сложных и зачастую противоречивых задач. С одной стороны, она обязана обеспечивать строгое соответствие своей деятельности постоянно меняющемуся жилищному законодательству, что требует высокой юридической грамотности и прозрачности процессов. С другой стороны, компания должна вести рациональное управление финансовыми потоками, оптимизируя расходы и обеспечивая экономическую устойчивость. Не менее важными являются оперативность и качество сервиса: своевременное реагирование на заявки жильцов и аварийные ситуации напрямую влияет на уровень доверия и удовлетворенности собственников помещений.

Традиционные, фрагментированные подходы к управлению, основанные на использовании разрозненных программных продуктов и бумажном документообороте, уже не способны эффективно справляться с этим растущим набором требований. Это приводит к снижению управляемости, росту операционных издержек, увеличению количества ошибок и, как следствие, к падению репутации управляющей организации.

Кардинальным решением данной проблемы является переход от автоматизации отдельных функций к построению целостной цифровой экосистемы, которая становится единым информационным ядром всей деятельности УК. Такая экосистема представляет собой интегрированную платформу, объединяющую в едином цифровом контуре все участники процесса: сотрудников управляющей компании, подрядчиков и собственников жилья. Она призвана не просто оцифровать существующие процессы, но и коренным образом трансформировать их, обеспечивая сквозную автоматизацию, централизацию данных и поддержку принятия управленческих решений на основе актуальной аналитики [1].

Целью настоящего исследования является анализ возможностей комплексной цифровой экосистемы как ключевого инструмента для преодоления указанных проблем и достижения новых стандартов операционной эффективности на примере частной управляющей компании. В задачи работы входит рассмотрение ключевых функциональных модулей такой системы и оценка их практической пользы для бизнес-процессов УК.

Основная часть

Цифровая экосистема кардинально преобразует управление жилой недвижимостью, объединяя разрозненные процессы в единый цифровой комплекс. Ключевая функциональность включает:

- Расчетно-биллинговый модуль, обеспечивающий автоматический расчет коммунальных платежей с использованием текущих тарифов и показателей счетчиков. Интеграция с государственными системами (ГИС, ЖКХ) и банками снижает административную нагрузку и упрощает оплату.
- Модуль управления заявками и диспетчеризации. Регистрация обращений жителей и контроль над выполнением ремонтов позволяют повысить качество сервиса и сократить число претензий.
- Цифровой реестр имущества и договоров. Автоматическое отслеживание срока контрактов и запасов ресурсов оптимизирует расходы и предупреждает возможные нарушения обязательств.
- Личный кабинет владельца жилья. Предоставляет доступ к данным о платежах, показаниях счетчиков и статусе заявок, создавая прозрачные условия сотрудничества и повышая доверие жильцов.

Эти изменения способствуют улучшению финансового положения управляющей компании и повышают лояльность клиентов, доказывая важность внедрения современных цифровых экосистем в сферу жилищно-коммунального хозяйства ЖКХ [2].

В таблице 1 показаны управляющие компании, которые внедрили цифровую экосистему в деятельности жилищно-коммунального хозяйства.

Таблица 1 – Примеры внедрения информационных систем в частных управляющих компаниях

Наименование управляющей компании	Внедренные технологии и функциональные модули
УК «Альфа-Капитал»	Единая платформа для управления многоквартирными домами премиум-класса. Внедрена система удаленного контроля инженерного оборудования (умный дом), мобильное приложение для жителей с функцией чата с управляющим, автоматизированный расчет ОДН на основе данных с интеллектуальных счетчиков
УК «ЖилФондСервис»	Комплексная цифровая экосистема с акцентом на биллинг и интеграцию с ГИС ЖКХ. Реализована система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) для обработки заявок, модуль планирования ресурсов (ERP) для управления подрядчиками и закупками, портал для собственников с онлайн-оплатой
Концерн «РЭМ-Сервис»	Собственная разработка – платформа для технической эксплуатации фонда. Внедрены мобильные рабочие места для технических специалистов с загрузкой заданий в реальном времени, система геолокации и фотофиксации результатов работ

Анализ практики данных компаний демонстрирует, что фокус внедрения может различаться в зависимости от бизнес-стратегии: одни делают акцент на повышении клиентского сервиса и прозрачности, другие – на оптимизации технической эксплуатации и управления ресурсами. Однако общим результатом для всех является достижение значительного роста операционной эффективности и усиление конкурентных позиций на рынке.

Ключевые модули ЦЭС для УК и их преимущества:

1. Современные решения для ЖКХ.

Современная цифровая экосистема – это целостная цифровая инфраструктура, охватывающая все сферы деятельности управляющей компании. Она решает четыре ключевых задачи:

1) Автоматизация расчетов. Минимизация ошибок благодаря автоматической обработке данных приборов учета и интеграции с госреестром ГИС ЖКХ.

2) Обслуживание заявок. Полностью автоматизированный процесс обработки заявок жильцов, что улучшает скорость реакции и повышает удовлетворенность.

3) Управление ресурсами. Цифровое ведение документации и инвентаря, снижение рисков и сокращение издержек на закупку материалов.

4) Клиентская поддержка. Личный кабинет жильца обеспечивает удобный доступ к информации о начислениях, оплате и подаче заявлений.

2. Итоговые эффекты внедрения информационной системы в ЖКХ.

Внедрение цифровой экосистемы приносит конкретные измеримые выгоды [3]:

1) Экономическая эффективность. Сокращение операционных расходов на 15 – 25 % за счет автоматизации рутинных операций (начисления, отчетность).

2) Повышение производительности. Работники УК освобождаются от рутины и могут сосредоточиться на стратегических задачах. Количество обрабатываемых заявок на одного сотрудника увеличивается.

3) Принятие управленческих решений на основе данных. Руководство получает доступ к аналитическим отчетам в реальном времени: о состоянии фонда, финансовых потоках, дисциплине платежей. Это позволяет планировать ремонты и тарифную политику обоснованно.

4) Конкурентное преимущество. Высокий уровень сервиса и прозрачность становятся ключевым аргументом для привлечения новых клиентов (собственников) и заключения договоров управления с новыми домами [4].

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что создание и эксплуатация полноценной цифровой экосистемы является ключевым фактором трансформации для частных управляющих компаний в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Внедрение такой экосистемы позволяет перейти от реактивного устранения проблем к преактивному и стратегическому управлению жилым фондом. Комплексная автоматизация основных бизнес-процессов – от обработки заявок и диспетчеризации до финансового планирования, и управления договорами – напрямую способствует значительному снижению операционных расходов и минимизации человеческих ошибок.

Ключевым достижением становится рост удовлетворенности потребителей, что является прямым следствием повышения прозрачности, скорости и качества предоставляемых услуг. Доступность актуальной информации для собственников и открытые каналы коммуникации формируют новый уровень доверия между УК и жильцами. В долгосрочной перспективе это укрепляет деловую репутацию компании и усиливает ее конкурентные позиции на рынке управления недвижимостью.

Таким образом, грамотное применение инновационных цифровых решений перестает быть просто инструментом оптимизации и становится необходимым условием для устойчивого роста, повышения инвестиционной привлекательности и процветания любой современной управляющей организации. Дальнейшее развитие ЦЭС будет связано с интеграцией технологий интернета вещей (IoT) для предиктивного обслуживания инфраструктуры и углубленной аналитики данных для формирования персонализированного подхода к клиентам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арьков, С. В. Проблемы управления жилым хозяйством; факторы, влияющие на эффективность управления жилищным фондом и методические подходы к его управлению // Экономика стр-тва. – 2016. – № 6. – С. 72-77.
2. Теоретические аспекты исследования проблем и перспектив внедрения информационных технологий в структуры ЖКХ / С. А. Кирсанов, С. В. Краснов, А. С. Краснов // Экономика и упр. – 2018. – № 12. – С. 15-22.
3. Белозеров, С. А. Модернизация сферы ЖКХ как фактор повышения уровня жизни населения России / С. А. Белозеров, А. Э. Ващук // Уровень жизни населения регионов России. – 2017. – № 12. – С. 47-57.
4. Качкаев, П. Р. Проблемы и перспективы развития ЖКХ в рамках реформирования отрасли // Жилищно-коммунальное хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 2-5.

УДК 004.056

Болотский Александр Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bolotsky Alexander Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Гулина Наталья Андреевна, ассистент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gulina Natalia Andreevna, assistant, Komsomolsk-na-Amure State University

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ZABBIX И PROMETHEUS INFORMATION SECURITY WITH ZABBIX AND PROMETHEUS

Аннотация. В статье рассматривается целесообразность совместного использования систем мониторинга Zabbix и всесторонний контроль над защищенностью информационной среды. Prometheus для задач обеспечения информационной безопасности. Проведен анализ сильных сторон каждой системы: Zabbix в мониторинге инфраструктуры и отслеживании событий,

Prometheus – в сборе детализированных метрик приложений. Предложена архитектура интеграции, позволяющая создать единый контур проактивного мониторинга безопасности.

Abstract. The article discusses the feasibility of sharing Zabbix monitoring systems and comprehensive control over the security of the information environment. Prometheus for information security tasks. The strengths of each system are analyzed: Zabbix in infrastructure monitoring and event tracking, Prometheus in collecting detailed application metrics. An integration architecture is proposed to create a single proactive security monitoring circuit.

Ключевые слова: информационная безопасность, мониторинг, Zabbix, Prometheus, обнаружение угроз, кибербезопасность.

Keywords: information security, monitoring, Zabbix, Prometheus, threat detection, cybersecurity.

Введение

Современная ИТ-инфраструктура представляет собой динамичную и распределенную среду, подверженную постоянному усложнению и увеличению поверхности для атак. Злоумышленники применяют все более изощренные методы, что делает недостаточным использование только традиционных средств защиты, таких как антивирусы и межсетевые экраны. Возникает необходимость в непрерывном контроле и анализе состояния всех компонентов системы для своевременного выявления признаков компрометации [1, с. 45].

В этом контексте системы мониторинга, изначально созданные для отслеживания производительности и доступности, стали играть ключевую роль в обеспечении информационной безопасности. Они предоставляют необходимые данные для обнаружения аномалий, расследования инцидентов и обеспечения соответствия требованиям стандартов [2, с. 678]. Среди множества решений наибольшую популярность приобрели Zabbix и Prometheus, каждый из которых предлагает уникальные преимущества.

Целью данной статьи является анализ возможностей систем мониторинга Zabbix и Prometheus в контексте обеспечения информационной безопасности, сравнение их подходов и выработка рекомендаций по их практическому применению и интеграции.

Основная часть

В условиях роста сложности атак и распространения гибридных инфраструктур, мониторинг становится ключевым инструментом для обеспечения проактивной защиты и минимизации времени реагирования на киберинциденты. Его задачи в этой области включают:

- Обнаружение аномалий: выявление нестандартного поведения систем (скачки сетевого трафика, аномальная активность процессов, необычная нагрузка), которое может указывать на атаку, например, DDoS или работу вредоносного ПО.
- Контроль целостности: отслеживание несанкционированных изменений в критических файлах конфигурации, системных бинарниках и данных приложений [3].
- Сбор доказательств и расследование инцидентов: журналы (логи) и исторические метрики служат основным источником данных для пост-мортем анализа и установления причин и последствий инцидента.
- Обеспечение соответствия (Compliance): постоянный контроль точек выполнения требований стандартов информационной безопасности (ИБ) (таких как ISO 27001, PCI DSS, GDPR) и автоматизированная генерация отчетов [1, с. 48].

В условиях усложнения ИТ-инфраструктур эффективный мониторинг становится обязательным условием для поддержания необходимого уровня защищенности информационных активов организации.

Zabbix – это классическая система мониторинга с централизованной архитектурой, использующая активных агентов. Его сила в обеспечении ИБ заключается в глубине и широте охвата традиционной ИТ-инфраструктуры [3].

Ключевые возможности Zabbix для информационной безопасности:

1. Гибкие триггеры и оповещения: Позволяют создавать сложные, многоуровневые условия. Например, триггер может сработать, если *одновременно* зафиксированы неудачные

попытки входа и последующий успешный вход с того же IP-адреса с последующим запуском подозрительного процесса [3].

2. Централизованный мониторинг журналов событий (Log Monitoring): Zabbix может агрегировать и анализировать логи с серверов, сетевого оборудования и систем защиты. Это позволяет, например, детектировать брут-форс атаки по количеству сообщений «Failed password» в логах SSH [3].

3. Мониторинг целостности файлов: С помощью вычисления контрольных сумм (checksum) Zabbix отслеживает изменения критически важных файлов (/etc/passwd, конфигу веб-серверов), что является признаком активности злоумышленника [3].

4. Единый источник истины: Объединяет метрики производительности, доступности и данные безопасности в одной панели управления, что ускоряет корреляцию событий и принятие решений [2, с. 690].

Prometheus – это система мониторинга с открытым исходным кодом, ориентированная на надежность и работу в динамических облачных средах. Его подход, основанный на pull-модели и мощном языке запросов, предлагает уникальные преимущества для ИБ [4; 5, с. 301].

Ключевые возможности Prometheus для информационной безопасности:

1. Мощный язык запросов PromQL: позволяет выполнять сложные аналитические запросы к временным рядам данных для выявления скрытых угроз [4]. Пример запроса для обнаружения сканирования портов: `count by (source_ip) (rate(node_network_tcp_connections{state="SYN_SENT"}[5m]))` [4].

2. Идеальная интеграция с современными экосистемами: Prometheus является де-факто стандартом для мониторинга контейнеризированных приложений в Kubernetes, позволяя отслеживать поведение подов, сетевую активность и потребление ресурсов [5, с. 320].

3. Экспортеры как универсальный источник данных: широкий спектр экспортеров (node_exporter для системных метрик, snmp_exporter для сетевого оборудования) превращает любую систему в источник данных для Prometheus [4].

4. Гибкая система оповещений с Alertmanager: Alertmanager обеспечивает группировку, подавление и маршрутизацию оповещений, предотвращая «шторм» уведомлений и направляя критичные инциденты ИБ в нужные каналы (Slack, PagerDuty) [4].

Для наглядного сравнения характеристик Zabbix и Prometheus в контексте задач информационной безопасности составим сравнительную таблицу (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ Zabbix и Prometheus

Критерий	Zabbix	Prometheus
Архитектура	Централизованная, активные агенты	Pull-модель, децентрализованная
Основной фокус	Универсальный мониторинг всей инфраструктуры	Динамические, облачные и микросервисные среды
Данные для ИБ	Метрики, логи, целостность файлов	Преимущественно метрики, но с мощной аналитикой через PromQL
Сильная сторона в ИБ	Глубина контроля на уровне хоста (логи, целостность)	Ширина и аналитика для выявления аномальных паттернов в масштабе всей инфраструктуры

Наиболее эффективной стратегией является комбинирование обоих инструментов [5, с. 335].

Zabbix используется как система оперативного реагирования для мониторинга критичных хостов, отслеживания логов и целостности файлов.

Prometheus применяется для мониторинга кластеров Kubernetes, микросервисов и выполнения сложных аналитических запросов для выявления распределенных атак.

Интеграция между ними, организованная через API, позволяет создать целостную систему: критическое оповещение от Prometheus о подозрительной сетевой активности может быть передано в Zabbix для эскалации и создания инцидента.

Заключение

Проведенный анализ демонстрирует, что Zabbix и Prometheus являются мощными инструментами, которые выходят далеко за рамки классического мониторинга производительности. При грамотной настройке они становятся неотъемлемыми элементами системы информационной безопасности организации.

Zabbix предлагает всеобъемлющий контроль на уровне отдельных систем и приложений, обеспечивая «броню» для традиционной инфраструктуры. Prometheus, в свою очередь, выступает в роли «радара», способного обнаруживать сложные и распределенные угрозы в динамичных облачных средах за счет мощного аналитического аппарата.

Их синергетическое использование позволяет создать многоуровневую систему защиты, способную не только реагировать на инциденты, но и проактивно выявлять признаки компрометации. Дальнейшее развитие этого направления видится в более тесной интеграции этих платформ с системами SIEM/SOAR и внедрении алгоритмов машинного обучения для автоматизации обнаружения более сложных и скрытых угроз.

Проведенный анализ демонстрирует, что современные системы мониторинга Zabbix и Prometheus трансформировались из инструментов контроля производительности в мощные платформы для обеспечения информационной безопасности. Их роль в защите цифровой инфраструктуры становится все более критической в условиях роста сложности и распределенности киберугроз, что требует новых подходов к организации систем безопасности.

Ключевой вывод работы заключается в том, что выбор между Zabbix и Prometheus не должен быть дихотомичным. Zabbix, с его универсальностью, централизованной архитектурой и глубинным контролем на уровне хостов (мониторинг логов, целостности файлов), является идеальным решением для защиты традиционных, статичных компонентов инфраструктуры. Он обеспечивает «броню» для критически важных систем, где необходим постоянный и детализированный надзор за их состоянием и конфигурационной целостностью.

В то же время Prometheus с его pull-моделью, мощным языком запросов PromQL и ориентацией на динамические среды выступает в роли «радара» для облачных и микросервисных ландшафтов. Его способность анализировать поведенческие паттерны в масштабе всей распределенной системы позволяет выявлять сложные, слабо выраженные и распределенные атаки, которые остаются незамеченными для традиционных систем.

Таким образом, синергетическая модель их использования, при которой Zabbix отвечает за безопасность «ядра» инфраструктуры, а Prometheus – за безопасность «периметра» в виде контейнеризированных приложений и оркестрированных сред, представляется наиболее перспективной и эффективной. Эта модель позволяет создать эшелонированную систему защиты, сочетающую глубину и широту охвата, что особенно актуально для гибридных инфраструктур современных предприятий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скрамтаев, Ю. В. Мониторинг информационной безопасности: практический аспект / Ю. В. Скрамтаев // Информационная безопасность. – 2022. – № 4. – С. 44-51.
2. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2020. – 1120 с.
3. Руководство о системе мониторинга Zabbix // zabbix.com: сайт системы мониторинга. – Раздел сайта «Zabbix», подраздел «Документация» – Москва, 2001. – Дата обновления 01.01.2025 – URL: <https://www.zabbix.com/documentation/current/> (дата обращения: 03.10.2025). – Режим доступа: свободный.
4. Руководство о системе мониторинга Prometheus: // prometheus.io: сайт системы мониторинга. – Раздел сайта «Prometheus», подраздел «Документы»/ – Британские территории в Индийском океане, 2012. – Дата обновления 01.01.2025 – URL: <https://prometheus.io/doc/introduction/overview/> (дата обращения: 03.10.2025). – Режим доступа: свободный.
5. Бейзер, Д. Kubernetes в действии / Д. Бейзер. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 586 с.

УДК 004.4

Демидов Эдуард Даниилович, студент; Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Demidov Eduard Daniilovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПЛАТФОРМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТАМИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

THE PLATFORM OF THE INTELLIGENT REAL-TIME WORK CONTROL PANEL

Аннотация. В статье рассматривается концептуальное описание цифровой платформы в основе которой предполагается применение элементов визуального программирования для создания универсальной системы, обеспечивающей гибкую настройку управленческого дашборда с возможностью дальнейшего совершенствования со стороны пользователя. Описана общая структура и базовые элементы интерфейса обеспечивающих базовый функционал.

Abstract. The article discusses a conceptual description of a digital platform based on the use of visual programming elements to create a universal system that provides flexible customization of a management dashboard with the possibility of further improvement by the user. The general structure and basic elements of the interface that provide basic functionality are described.

Ключевые слова: цифровая платформа, методы, управление работами, концепт, технологии.

Keywords: digital platform, methods, work management, concept, technologies.

Введение

Платформы управления работами в режиме реального времени является крайне актуальной темой в условиях современного мира, где цифровизация, и автоматизация процессов становятся ключевыми факторами успеха в различных отраслях [1]. Кроме этого, удорожание ресурсов вынуждает предприятия на более рациональное их использование. Для обеспечения конкурентоспособности предприятий на внутреннем и внешнем рынках сбыта необходимо обеспечить их непрерывное развитие в том числе и для сопровождения удалённых работ. Для принятия взвешенных управленческих решений, направленных на развитие предприятий, необходимо иметь систему оценочных показателей, способную адекватно предоставлять информацию по разным аспектам и решаемым задачам.

С учётом стремительного развития цифровых технологий и перехода на удалённую работу, важность эффективного управления проектами и задачами выросла многократно. В этом контексте, внедрение цифровой технологии для управления и отслеживания работ с функциональностью, поддерживающей пространственное размещение задач на карте или плане и визуализацию их статуса, представляет собой актуальное направление исследований.

Рассмотрим концепцию разрабатываемой платформы интеллектуальной панели управления работами в режиме реального времени.

Основная часть

Качественный инструментарий является неотъемлемой частью эффективного выполнения задач, и сфера информационных технологий здесь не исключение. Управление работами также требует применения специализированных инструментов, позволяющих наглядно отслеживать ход их выполнения, текущее состояние и закреплённых исполнителей. Однако в современных условиях часто возникает потребность не только в мониторинге, но и в формировании детальной статистики. В дальнейшем эти данные могут быть использованы как для подготовки отчётности, так и для проведения различного рода аналитики: анализа загрузки ресурсов, простоев, затрат и т.д. Для решения этих задач простых инструментов визуализации становится недостаточно, что создаёт спрос на более профессиональные платформы, обеспечивающие расширенный функционал.

Наибольшую эффективность и популярность демонстрируют не узкоспециализированные системы, разработанные под конкретные цели, а универсальные, легко адаптируемые и масштабируемые решения. Ярким примером подобной универсальности являются электронные таблицы, которые остаются одним из самых популярных инструментов для анализа состояния предприятия благодаря возможности гибко настраивать визуальное отображение данных, отслеживать все этапы анализа, а также самостоятельно создавать и модифицировать расчётные модели.

Одни компании предпочитают ставить программное обеспечение непосредственно на собственных компьютерах, тем самым самостоятельно обеспечивая защиту данных. Другие предпочитают положиться на облачные технологии, что позволяет сократить расходы и потребность в оборудовании и получать доступ к данным с любого компьютера. Оба метода имеют как свои плюсы, так и минусы. Предполагается, что разрабатываемая платформа будет поделена на две части: серверная – обеспечивающая возможность многопользовательского использования, и клиентская – обеспечивающая непосредственно работу. Обе части, в плане анализа и обработки данных необходимых для работы.

Для обеспечения множественного доступа к данным, либо для их фонового анализа и будет выделяться серверная часть, которая так же обеспечивает следующий функционал: хранение пользовательских данных; хранение материалов работ, проектов; разграничение доступа пользователей;

Клиентская часть предполагает собой как возможность использования в автономном режиме, без возможности многопользовательского доступа, либо в комплекте с серверной частью.

Интерфейс платформы строится вокруг концепции динамического рабочего стола, который пользователь может свободно настраивать под свои актуальные задачи (рисунок 1). Концепция является предварительной и может быть изменена в процессе разработки.

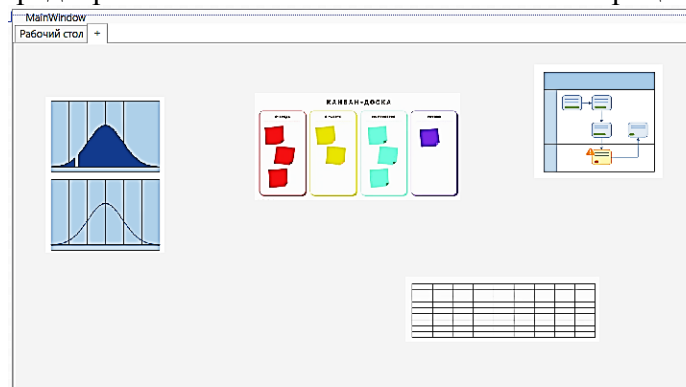


Рисунок 1 – Концепция внешнего вида платформы

Основными элементами платформы будут:

- окна-виджеты – базовые элементы интерфейса, обеспечивающие вывод, ввод и обработку данных. Каждое окно (график, таблица, карта) является интерактивным: его можно перемещать, масштабировать и связывать с другими элементами;
- инструменты – функциональные модули, которые могут быть как предустановленными, так и созданными самими пользователями. Они обеспечивают базовый и расширенный функционал платформы;
- конфигурации – скомпонованный набор окон-виджетов и инструментов, обеспечивающих выполнение определённых задач.

Основным принципом пользовательского интерфейса, является его модульная конструкция, где базовой единицей компоновки выступают интерактивные окна-виджеты. Эти модули, включают различные типы визуализаций и инструменты (такие как графики, таблицы, картографические материалы и другие), образуя основу рабочей среды. Пользователь обладает возможностью свободного перемещения, изменения размеров (масштабирования) и установления связей между различными элементами. Это создает основу для сквозной реактивности интерфейса, при которой пользовательское действие в одном модуле (например,

выделение записи в таблице) инициирует автоматическое обновление контента в связанных с ним виджетах (к примеру, приводит к актуализации соответствующего графика), а модификация параметров фильтрации мгновенно рекурсивно пересчитывает все зависимые элементы данных. Для уменьшения расхода ресурсов, предполагается дополнить возможностью работы системы как в реальном времени, так и по частям.

Так как платформа интегрируется с реляционными базами данных, основным способом представления будут таблицы. Инструменты анализа (калькуляторы, конструкторы отчетов) привязаны к данным через поля выбора, позволяя пользователю указывать, какие именно ячейки или столбцы таблиц использовать для расчетов. Таким образом, пользователь указывает, какие конкретно ячейки или целые столбцы из активных табличных виджетов должны быть использованы в качестве входных параметров для вычислительных алгоритмов, обеспечивая тем самым гибкую и динамическую связь между визуализацией, данными и аналитикой.

Для обеспечения этого функционала будут использоваться следующие особенности из визуального программирования[2]:

- Использование блоков или узлов – каждый блок представляет определённую операцию: математическое вычисление, вызов функции, управление потоком данных.
- Соединительные линии – показывают связи между блоками, определяя порядок их выполнения.
- Интерактивный интерфейс – редакторы позволяют перетаскивать элементы мышью, упрощая процесс проектирования.

Инструменты представляют собой либо заранее созданными элементами платформы, либо созданы пользователями. В таком случае они состоят из набора базовых элементов, выполняющих функции, прописанные пользователями и скомпонованные в единую структуру для последующего использования.

Конфигурации представляют собой скомпонованными наборами базовых и пользовательских элементов, выполняющие определённые задачи. Инструменты и конфигурации могут быть экспортированы и импортированы в платформу, в этом случае они компонуется в определённый файл, отдельно для инструментов и конфигураций.

Для уменьшения затруднения восприятия элементов на экране, предполагается сворачивания как элементов, так и целых блоков элементов с сохранением связей между ними. Так же для сокрытия блоков вычисления, платформа предполагается использования двух режимов интерфейса.

Первый режим «разработчика» предполагается для разработки логики работы конфигурации и формирования связи между элементами по средствам элементов визуального программирования.

Второй режим «пользовательский», куда посредством элемента «дашборд» будут выводиться отобранные данные и инструменты. В этом случае предполагается, что элементы, расположенные внутри «дашборта», будут отображаться на пользовательском интерфейсе с сохранением пропорций расположения и без потери связи со скрытыми, фоновыми процессами.

Заключение

В ходе статьи была рассмотрена концепция и ключевые функциональные возможности разрабатываемой платформы для управления работами в режиме реального времени. Проведенный анализ подтвердил высокую актуальность подобных систем в условиях повсеместной цифровизации и перехода на удаленные форматы работы, когда предприятия остро нуждаются в инструментах для рационального использования ресурсов и обеспечения конкурентоспособности. Предложенное решение позиционируется не как жесткая, заранее сконфигурированная система, а как гибкая и адаптируемая экосистема, объединяющая лучшие практики управления проектами. Ее архитектура, основанная на разделении на серверную и клиентскую части, обеспечивает как безопасность и многопользовательский доступ, так и возможность автономной работы, что удовлетворяет различным потребностям современных компаний.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пискунов, А. И. Техническое перевооружение как основа инновационного развития промышленных предприятий России / А. И. Пискунов // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 137-150. – DOI 10.18334/vines.9.1.40079. – EDN MKKPRL.
- 2 Варавина, А. С. Роль визуального программирования в информационном моделировании жилых зданий / А. С. Варавина, Б. М. Черепанов // Ползуновский альманах. – 2025. – № 1. – С. 37-42. – EDN ZBRXDE.

УДК 004.94:53.096:629.78

Дудин Андрей Николаевич, кандидат технических наук, Амурский государственный университет
Dudin Andrey Nikolaevich, Candidate of Engineering Sciences, Amur State University

СТОХАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ С ДВУХСЛОЙНЫМИ ПОЛЫМИ МИКРОЧАСТИЦАМИ SiO₂/ZnO И ZnO/SiO₂ STOCHASTIC ANALYSIS OF RADIATION STABILITY IN FUNCTIONAL COMPOSITES WITH TWO-LAYER HOLLOW MICROPARTICLES SiO₂/ZnO AND ZnO/SiO₂

Аннотация. Рассматриваются результаты исследований стохастического моделирования в системе библиотек GEANT4. Проведен анализ электронного облучения терморегулирующих покрытий на основе двухслойных полых частиц SiO₂/ZnO и ZnO/SiO₂, включенных в матрицу полиметилсилоксан. Рассчитаны значения радиационной стойкости и ионизационных потерь.

Abstract. The results of stochastic modeling studies using the GEANT4 library system are discussed. Electron irradiation of temperature-regulating coatings based on two-layer hollow SiO₂/ZnO and ZnO/SiO₂ particles embedded in a polymethylsiloxane matrix is also analyzed. Radiation resistance and ionization losses are calculated.

Ключевые слова: GEANT4, радиационная стойкость, полые двухслойные частицы, полиметилсилоксан, электронное излучение, терморегулирующие покрытия.

Key words: GEANT4, radiation resistance, hollow bilayer particles, polymethylsiloxane, electron radiation, temperature-control coatings.

Введение

В последние десятилетия задачи повышения радиационной стойкости функциональных покрытий для космической техники и высокопроизводительной электроники становятся критически важными. Активное использование кремнийорганических лаков [1] (PMS- полиметилсилоксан) в качестве матрицы для создания защитных покрытий обусловлено их высокой адгезией, термо- и химической стабильностью, а также возможностью модификации оптических и механических свойств за счёт внедрения наночастиц различной структуры. В частности, двухслойные полые частицы SiO₂/ZnO и ZnO/SiO₂ привлекают внимание благодаря сочетанию диэлектрических и полупроводниковых характеристик, что позволяет оптимизировать энергопоглощение и рассеяние при воздействии заряженных частиц [2].

Целью данного исследования стало моделирование воздействия электронного излучения (энергия 30 кэВ) на композитные структуры «PMS + двухслойные полые частицы» и сравнение их с системами, содержащими сплошные микрочастицы ZnO.

Основная часть

Технические особенности моделирования

Для стохастического анализа взаимодействия электронного излучения 30 кэВ с композитными покрытиями на основе полиметилсилоксана (PMS) с внедрёнными двухслойными полыми микрочастицами SiO₂/ZnO и ZnO/SiO₂, использовался пакет библиотек GEANT4 версии 10.7 [3, 4, 5], обеспечивающий описание ионизационных потерь и механизмов рассеяния. В качестве физических списков использовались G4EmStandardPhysics_options3 для мо-

делирования ионизационных потерь и генерации вторичных электронов, а также G4HadronPhysicsINCLXX для корректного учёта неупругих взаимодействий высокоэнергетических частиц и вторичного адронного излучения.

Геометрия расчётной ячейки (рисунок 1) представляла собой прямоугольную призму PMS размером $5 \times 5 \times 2.5$ мкм, в объёме которой случайным образом размещались двухслойные полые частицы: SiO_2/ZnO (внешний радиус $R_{\text{ext}} = 800$ нм, внутренний радиус $R_{\text{inn}} = 520$ нм), ZnO/SiO_2 ($R_{\text{ext}} = 500$ нм, $R_{\text{inn}} = 460$ нм) и контрольные кубические частицы ZnO со стороной 1000 нм. Плотность включений соответствовала массовой доле 70 % в объёме PMS, а их координаты и ориентация генерировались псевдослучайно для обеспечения статистической репрезентативности.

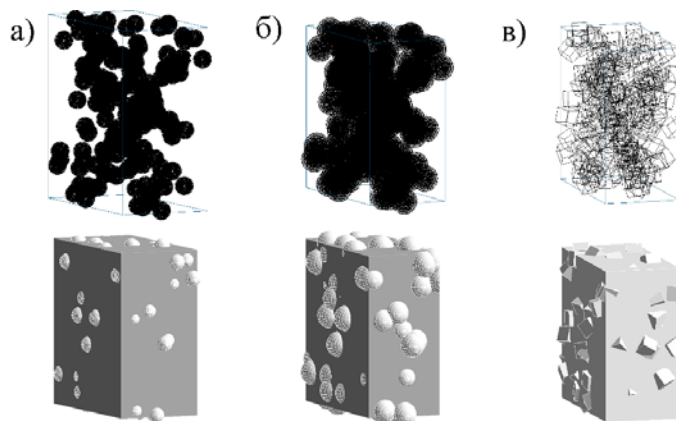


Рисунок 1 – Скелетная и сплошная геометрия детектора композитных структур:
а – полые двухслойные частицы ZnO/SiO_2 ; б – полые двухслойные частицы SiO_2/ZnO ;
в – микрочастицы ZnO

Электронный пучок моделировался как моноэнергетический с центральной энергией 30 кэВ и гауссовым пространственным распределением по входному сечению ячейки ($\sigma = 0.5$ мкм). Для каждой конфигурации композита выполнялось 50 000 треков электронов, что гарантировало относительную погрешность оценки концентрации дефектов менее 5 %. По боковым границам ячейки устанавливались отражающие условия, а по торцам – периодические, чтобы исключить утечку вторичных электронов и имитировать бесконечное слоистое покрытие.

Результаты моделирования

В ходе моделирования (рисунок 2) был получен ряд количественных характеристик, отражающих влияние формы и структуры включений на радиационную устойчивость композитных покрытий (таблица 1). В системе «PMS + сплошные ZnO» средняя концентрация первичных дефектов составила примерно $3.6 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$, в то время как системе с двухслойными полыми частицами ZnO/SiO_2 этот показатель снизился до $1.9 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$, что соответствует уменьшению дефектности на 47 %. Для композита с двухслойными полыми частицами SiO_2/ZnO средняя концентрация дефектов оказалась равной $2.7 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$, то есть на 25 % ниже, чем в системе с монолитными ZnO.

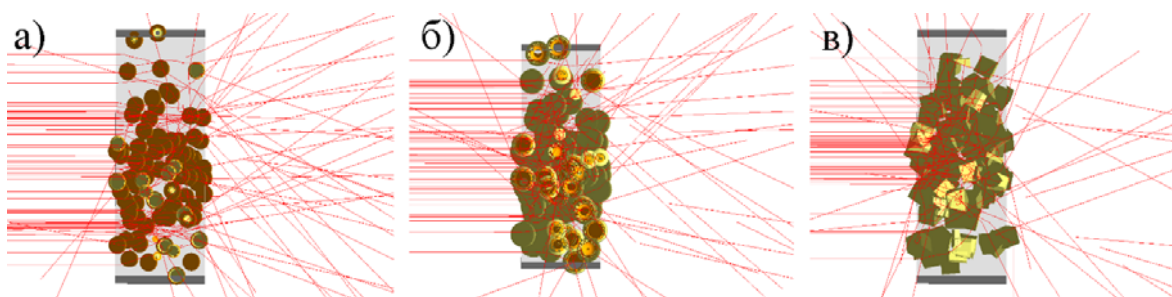


Рисунок 2 – Моделирование прохождения пучка электронов
через композитные структуры:
а – PMS+ ZnO/SiO_2 ; б – PMS+ SiO_2/ZnO ; в – PMS+ZnO

Таблица 1 – Результаты моделирования в GEANT4 воздействия электронов с энергией 30 кэВ на композитные структуры PMS+SiO₂/ZnO, PMS+ZnO/SiO₂ и PMS+ZnO

Композит	Общая длина трека X_0 , (нм)	Длина свободного пробега λ , (нм)	Эффективное сечение σ , (бар)	$\frac{dE_{total}}{dx}$, (МэВ см ² г ⁻¹)	$\frac{dE_{nucl}}{dx}$, (МэВ см ² г ⁻¹)	$\langle E \rangle_{ПВА}$, (эВ)	C , (см ⁻³)
PMS+SiO ₂ /ZnO	4.939	82.13	1.466e+06	2.374	0.6929	0.0027	2.706e+11
PMS+ZnO/SiO ₂	5.314	89.99	1.338e+06	1.993	0.4571	0.4264	1.991e+11
PMS+ZnO	4.36	73.6	1.636e+06	2.936	1.09	0.3248	3.697e+11

Генерация вторичных электронов, оценённая по числу треков с энергией выше 10 эВ, также оказалась наименьшей в системе ZnO/SiO₂ – в среднем $1.2 \cdot 10^5$ вторичных электронов на 50 000 первичных частиц, тогда как для монолитных ZnO этот показатель превышал $1.8 \cdot 10^5$. Для SiO₂/ZnO количество вторичных электронов составило около $1.4 \cdot 10^5$, что указывает на промежуточный уровень взаимодействия электронного пучка с двуслойными частицами.

Полученные результаты однозначно демонстрируют, что двухслойная полая структура частиц оказывает комплексное воздействие на процессы переноса энергии: внешняя диэлектрическая оболочка усиливает упругое рассеяние и ограничивает образование дефектов на малых глубинах, а внутренняя полупроводниковая сердцевина перераспределяет поток вторичных электронов, снижая их вклад в суммарную дефектность. Такая синергия обеспечивает существенное повышение радиационной стойкости покрытий на основе PMS.

Заключение

В результате проведённого стохастического моделирования было показано, что включение полых двуслойных микрочастиц существенно повышает радиационную устойчивость кремнийорганических покрытий по сравнению с системами, содержащими сплошные частицы ZnO. На примере композита PMS + ZnO/SiO₂ снижение концентрации первичных дефектов превысило 47 %, а для PMS + SiO₂/ZnO составило 25 % относительно монолитного ZnO. Смещение пиков дефектообразования в более глубокие слои и уменьшение числа вторичных электронов подтверждают роль двуслойной геометрии в эффективном рассеянии и поглощении энергии электронного пучка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Radiation stability of silicon-organic varnish modified with nanoparticles / M. M. Mikhailov, V. V. Neshchimenko, A. S. Bakhtaulova [et al.] // Polymer Degradation and Stability. – 2018. – Vol. 153. – P. 185-191. – DOI 10.1016/j.polymdegradstab.2018.10.021. – EDN JEUMGS.
2. Changes in the Optical Properties of Coatings Based on Hollow ZnO/SiO₂ Particles under Electron Irradiation / A. N. Dudin, V. Yu. Yurina, V. V. Neshchimenko [et al.] // Journal of Surface Investigation: X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2024. – Vol. 18, No. 2. – P. 413-418. – DOI 10.1134/S1027451024020253. – EDN NMHXOK.
3. GEANT4 - A simulation toolkit / J. Apostolakis, P. Arce, H. Burkhardt [et al.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2003. – Vol. 506, No. 3. – P. 250-303. – DOI 10.1016/S0168-9002(03)01368-8. – EDN KENEWJ.
4. Geant4 developments and applications / J. Allison, A. Walkden, K. Amako [et al.] // IEEE Transactions on Nuclear Science. – 2006. – Vol. 53, No. 1. – P. 270-278. – DOI 10.1109/TNS.2006.869826. – EDN LKAACL.
5. Recent developments in GEANT4 / J. Allison, K. Amako, A. Ivanchenko [et al.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2016. – Vol. 835. – P. 186-225. – DOI 10.1016/j.nima.2016.06.125. – EDN XZEUFR.

УДК 539.32

Евстигнеев Алексей Иванович, доктор технических наук, профессор, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Evstigneev Aleksey Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Колошенко Юлия Борисовна, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Koloshenko Yuliya Borisovna, Postgraduate Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Потянихин Дмитрий Андреевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Potianikhin Dmitrii Andreevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

**НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ
ЛИТЕЙНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
ВНУТРИФОРМЕННОГО ГАЗОВОГО ДАВЛЕНИЯ
STRESS STATE OF A HOLLOW SPHERICAL CASTING METAL MOLD UNDER
INTRAMOLD GAS PRESSURE**

Аннотация. Рассматривается температурное и силовое нагружение разборной многослойной сферической толстостенной оболочки, подкрепленной кольцевым обручем. Подобные устройства применяются в качестве литейных и оболочковых форм при реализации способа литья под давлением. Конструкция нагружена внутренним давлением и подвержена температурным деформациям вследствие охлаждения внешней формы и обруча. Определяются напряжения и перемещения, возникающие в оболочке под воздействием внутриформенного газового давления.

Abstract. The paper considers the temperature and force loading of a sectional multi-layered spherical thick-walled shell reinforced with a ring hoop. Such devices are used as casting and shell molds in the implementation of the injection molding method. The structure is loaded with internal pressure and subjected to temperature deformations due to the cooling of the outer mold and the hoop. The paper determines the stresses and displacements that occur in the shell under the influence of the internal gas pressure.

Ключевые слова: напряжение, литьё под давлением, оболочковая форма, предварительный нагрев, вычислительный эксперимент.

Key words: stress, injection molding, shell mold, preheating, computational experiment.

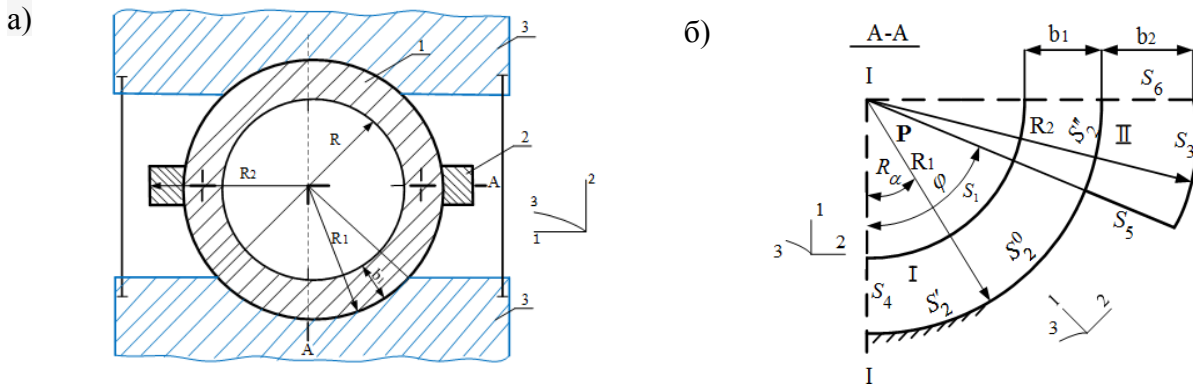
Введение

В основе данных исследований лежит способ придания конструкции предварительно напряженного состояния сжатия основных элементов устройства, согласно полученному патенту [1]. Рассматриваемая литейная форма является, по нашему мнению, более технологичной. С помощью данной конструкции можно получать качественные сферические полые изделия из литого металла, кристаллизующиеся под высоким газовым давлением.

Предложенное устройство (рисунок 1, а) состоит из разборной металлической литейной формы (ЛФ) 1 сферической конфигурации, охваченной стальным обручем 2, и контролируемой плитами 3, имеющими сферические лунки и скрепленными друг с другом крепежами.

Предварительно напряженное состояние сжатия в ЛФ создается обручем 2, который надевается на ЛФ 1 в нагретом состоянии, а потом резко охлаждается; горизонтальные плиты 3 контролируют упругое перемещение ЛФ при заданном внутреннем давлении.

Так как данная конструкция симметрична относительно центральных осей, то рассмотрим меридианное сечение А–А (рисунок 1, б), где I–I – ось вращения. Область I – это ЛФ, область II – обруч; угол φ определяет величину свободной от обруча зоны на наружной поверхности S_2 ; угол α ограничивает поверхность соприкосновения ЛФ с плитами 3 (рисунок 1, а); P – давление внутри оболочки ЛФ.



1 – разборная металлическая литейная форма; 2 – стальной обруч; 3 – плиты

Рисунок 1 – Схема устройства и меридианное сечение:

а – устройство; б – меридианное сечение А–А

В данной работе рассматривается задача оптимизации многослойной полый сферической конструкции, усиленной кольцом, с неизменными механическими свойствами. Подбирается температура предварительного нагрева и последующего охлаждения обруча с целью достижения наперед заданного максимального значения растягивающего напряжения в литейной форме.

Математическая постановка задачи

Конструкция находится под действием внутреннего давления P и сжимающего обруча (область II), который охлажден от температуры θ^* до температуры θ . Для определения напряженно-деформированного состояния в рассматриваемой конструкции воспользуемся уравнениями линейной теории упругости, которые в декартовой системе координат для областей I, II имеют вид:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij,j} &= 0; \sigma_{ij} - \sigma \delta_{ij} = 2G_p \varepsilon_{ij}^*; \varepsilon_{ij}^* = \varepsilon_{ij} - \frac{1}{3} \varepsilon \delta_{ij}; \varepsilon = \varepsilon_{ii}, \\ \varepsilon_{ii} &= 3k_p \sigma + 3\alpha_p (\theta_p^* - \theta_p); \varepsilon_{ij} = 0,5(U_{i,j} + U_{j,i}), \end{aligned} \quad (1)$$

$i, j = 1, 2, 3; p = 1, 2,$

где σ_{ij} – компоненты тензора напряжений;

u_i – перемещения;

ε_{ij} – компоненты тензора упругих деформаций;

σ – гидростатическое давление;

G_p – модуль сдвига ($p = I, II$);

δ_{ij} – символ Кронекера;

k_p – коэффициент объемного сжатия;

α_p – коэффициент линейного температурного расширения;

θ_p^* – температура нагрева области p ($p = II$);

θ_p – конечная температура в области p .

В системе (1) используется суммирование по повторяющимся индексам.

Запишем граничные условия задачи в ортогональной системе координат:

$$\begin{aligned} u_2|_{S_i} &= 0, i = 4, 6; u_1|_{S'_2} = 0; \sigma_{11}|_{S_1} = -P; \sigma_{12}|_{S_i} = 0, i = 4, 6; i = 1, 3; \\ \sigma_{12}|_{S_2^0} &= 0; \sigma_{11}|_{S_2^0} = 0; \sigma_{12}|_{S'_2, S''_2} = -\psi \frac{u_{ск}}{u^*}; \\ \sigma_{21}|_{S_i} &= 0, i = 4, 6; \\ \theta_I^* &= \theta_I; \theta_{II}^* = \theta^*. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $u_{ск}$ – упругое скольжение между ЛФ и плитами, а также между ЛФ и обручем; u^* – нормирующее перемещение; ψ – параметр величины трения.

Для решения уравнения (1) с учетом граничных условий (2) использовался численный метод [2]. Решение полученной алгебраической системы уравнений осуществляется по разработанной программе с учетом граничных условий. При разработке программы и алгоритмов использовался программный комплекс [3].

Результаты решения тестовой задачи

Материал в области I, II – сталь, $G_p=8100 \text{ кг/мм}^2$; $k_p = (1 - 2\mu)(1 + \mu) / G$; μ – коэффициент Пуассона, $\mu=0,3$; $R_1=50 \text{ мм}$; $R_2=90 \text{ мм}$; $b_1=10 \text{ мм}$; $b_2=40 \text{ мм}$; $\varphi=60^\circ$.

Геометрические параметры соответствуют параметрам работы [2], чтобы можно было сделать сравнение конструкций на устойчивость к внутреннему давлению P .

Изменяя внутреннее давление P , угол α и температуру предварительного нагрева θ^* получили серию эпюр нормальных напряжений, позволяющих сделать вывод о прочности литейной формы.

На рисунке 2 приведены эпюры σ_{22} при $\alpha=30^\circ$, $\theta^*=150^\circ \text{C}$. Наблюдаем резкое снижение растягивающих напряжений σ_{22} в ЛФ. Получено, что оптимальным (по величине σ_{22} в ЛФ) является линейное распределение температуры в обжимной матрице.

На рисунке 3 изображены эпюры σ_{11} , σ_{22} при $\alpha=37,5^\circ$, $\varphi=45^\circ$ и $P=500 \text{ МПа}$. Наблюдаем вполне удовлетворительную картину распределения напряжений σ_{22} в ЛФ.

Сравнивая результаты трех видов нагрева обруча (100°C , 150°C , 200°C) на рисунках 3 и 4, видим довольно большую разницу по напряжению σ_{22} в зоне обруча. Предпочтительным для ЛФ является нагрев $\theta_{II} = 200^\circ \text{C}$.

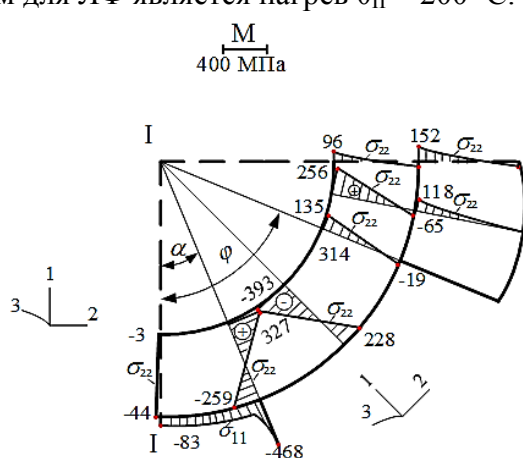


Рисунок 2 – Эпюры σ_{22}
($\alpha=30^\circ$, $\theta^*=150^\circ \text{C}$, $P=200 \text{ МПа}$)

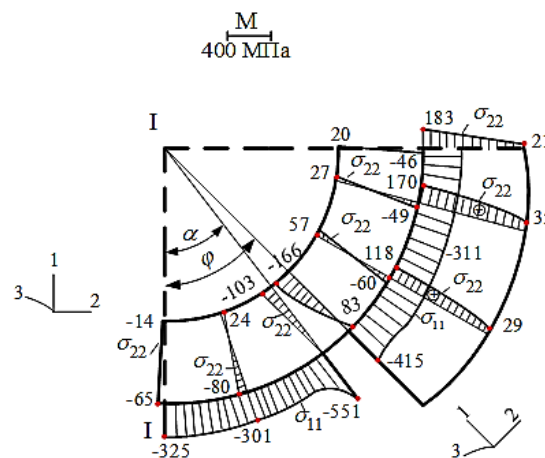


Рисунок 3 – Эпюры σ_{11} , σ_{22}
($\alpha=37,5^\circ$, $\varphi=45^\circ$, $\theta^*=150^\circ \text{C}$, $P=500 \text{ МПа}$)

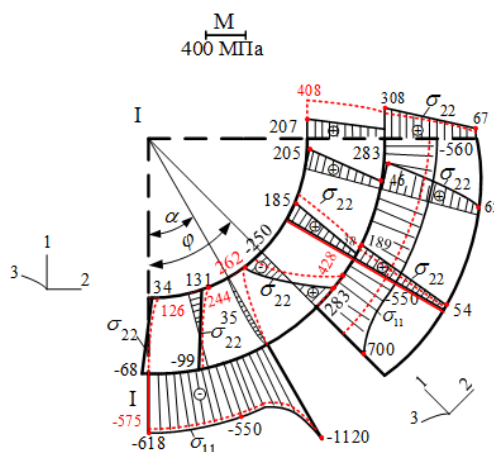


Рисунок 4 – Эпюры σ_{11} , σ_{22} при нагреве обруча $\theta^*=100^\circ \text{C}$ (пунктир),
 $\theta^*=200^\circ \text{C}$ (сплошные линии) ($P=1000 \text{ МПа}$, $\alpha=37,5^\circ$, $\varphi=45^\circ$)

Заключение

Проведя анализ полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

- 1) Представлена сферическая конструкция, выдерживающая внутреннее газовое давление до 1000 МПа .
- 2) Построена математическая модель процесса упругого сопротивления рассмотренной конструкции по определению в ней напряженно-деформированного состояния.

3) С использованием имеющегося задела, составлена программа для ЭВМ, с помощью которой можно находить оптимальные геометрические и физико-механические параметры представленной конструкции, а также характеристики внешних воздействий (температуры, условия трения между элементами конструкции).

4) Разработанная программа может быть использована для расчета НДС подобных конструкций как в металлургии, так и в машиностроении.

Благодарности.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №24-29-00214, <https://rscf.ru/project/24-29-00214/>.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 2835505 С1 Российская Федерация, МПК В22D 27/13, В22D 17/02. способ литья алюминиевых сплавов с кристаллизацией под давлением : заявл. 27.03.2024 : опубл. 25.02.2025 / В. И. Одинокоев, А. И. Евстигнеев, Э. А. Дмитриев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».
2. Математическое моделирование сложных технологических процессов / В. И. Одинокоев [и др.] ; [отв. ред. А. И. Евстигнеев] ; Российская акад. наук, Дальневосточное отделение, Ин-т машиноведения и металлургии. – Москва : Наука, 2008.
3. Одинокоев В.И., Прокудин А.Н., Сергеева А.М., Севастьянов Г.М. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012111389. ОДИССЕЙ. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 13.12.2012.

УДК 004.94

Еремин Дмитрий Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Eremin Dmitry Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Тимофеев Георгий Андреевич, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timofeev Georgy Andreevich, graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

СРАВНЕНИЕ ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ COMPARISON OF FRAMEWORKS FOR CREATING WEB APPLICATIONS

Аннотация. В работе проведён сравнительный анализ ведущих фреймворков для веб-разработки. Рассмотрены фронтенд-библиотеки (React, Vue.js, Svelte) и бэкенд-системы (Django, Express.js). Оценка основана на архитектурных принципах, производительности, зрелости экосистем и данных Stack Overflow 2024. Установлено, что современные фронтенд-решения переходят к компиляции и гибриднему рендерингу (SSR/SSG), а выбор бэкенд-фреймворка определяется моделью I/O: синхронные системы подходят для сложных проектов, асинхронные – для высоконагруженных.

Abstract. The study presents a comparative analysis of leading web development frameworks. It examines frontend libraries (React, Vue.js, Svelte) and backend systems (Django, Express.js). The evaluation is based on architectural principles, performance metrics, ecosystem maturity, and Stack Overflow 2024 data. Findings show a shift toward compilation-based and hybrid rendering (SSR/SSG) frontend solutions, while backend framework choice depends on I/O models: synchronous systems suit data-intensive projects, and asynchronous ones fit high-concurrency workloads.

Ключевые слова: веб-фреймворки, Vue.js, бэкенд, фронтенд, веб-разработка.

Keywords: Web Frameworks, Vue.js, Backend, Frontend, Web Development.

Введение

Современная веб-разработка переживает этап активной трансформации, вызванной ростом требований пользователей к скорости работы, безопасности и интерактивности приложений. В этих условиях использование фреймворков перестало быть вопросом удобства –

они стали основой эффективного и устойчивого процесса разработки. Компании, создающие цифровые продукты, всё чаще рассматривают выбор технологического стека как стратегическое решение, напрямую влияющее на скорость вывода продукта на рынок, качество кода и затраты на его поддержку.

Актуальность темы определяется необходимостью системного подхода к выбору фреймворков, обеспечивающих баланс между производительностью, масштабируемостью и удобством разработки. Ошибка на этом этапе может привести к росту технического долга, сложности сопровождения и снижению конкурентоспособности продукта.

Степень разработанности темы подтверждается широким спектром публикаций, посвящённых анализу отдельных фреймворков и их архитектурных решений. Однако комплексные сравнительные исследования, объединяющие оценку как фронтенд-, так и бэкенд-инструментов в контексте их архитектуры, производительности, зрелости экосистем и предпочтений разработчиков, встречаются ограниченно.

Цель работы – провести сравнительный анализ ведущих фреймворков для веб-разработки, выявить их архитектурные особенности, преимущества и ограничения, а также определить оптимальные сценарии применения в зависимости от задач проекта и бизнес-требований.

Основная часть

Веб-приложения строятся на двух основных слоях: фронтенд (клиентская часть, отвечающая за пользовательский интерфейс и взаимодействие с пользователем) и бэкенд (серверная часть, обеспечивающая бизнес-логику, обработку данных и интеграцию с базами данных).

Выбор технологического стека на ранних этапах разработки определяет не только производительность и устойчивость системы, но и влияет на дальнейшее развитие, масштабируемость и стоимость поддержки проекта.

Фронтенд-фреймворки на основе JavaScript используются для создания динамичных одностраничных приложений (SPA), обеспечивая высокую скорость отклика, плавную навигацию и богатый пользовательский опыт. Они реализуют концепцию компонентного подхода, позволяя эффективно управлять состоянием приложения, повторно использовать элементы интерфейса и обеспечивать модульность кода.

Дополнительно, современные JavaScript-фреймворки обладают широкими возможностями для оптимизации производительности, поддерживают серверный рендеринг (SSR), TypeScript и адаптацию под различные устройства, что делает их идеальными для создания масштабируемых корпоративных систем и интерактивных пользовательских интерфейсов.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ наиболее популярных фронтенд-фреймворков [1].

Таблица 1 – Сравнение фронтенд-фреймворков

Фреймворк	Язык	Архитектурная особенность	Преимущества	Недостатки
React (Библиотека)	JS/TS	Виртуальный DOM, компонентный подход	Высокая производительность, крупнейшее сообщество, гибкость (легко интегрируется с другими библиотеками)	Требует дополнительных библиотек для «полного стека» (роутер, управление состоянием)
Angular (Фреймворк)	TypeScript	Полный MVC/MVVM, строгая структура, RxJS	«Все включено» (роутинг, формы, HTTP-клиент), идеально для больших корпоративных систем	Высокий порог входа, избыточность для малых проектов
Vue.js (Прогрессивный фреймворк)	JS/TS	Реактивность, двухстороннее связывание данных (опционально).	Легкость освоения, отличная документация, высокая скорость разработки	Меньшая популярность в Enterprise-сегменте по сравнению с React и Angular

Бэкенд-фреймворки определяют язык, на котором будет реализована серверная логика, взаимодействие с базами данных и аутентификация (таблица 2) [2, 3].

Таблица 2 – Сравнение бэкенд-фреймворков

Фреймворк	Язык	Философия	Идеальные сценарии
Django	Python	«Батарейки включены» (Full-Stack). Архитектура MVT (Model-View-Template)	Крупные, безопасные проекты, CMS, веб-приложения с богатым функционалом «из коробки» (например, админка)
Flask	Python	Микрофреймворк. Минималистичный и расширяемый	Создание RESTful API, микросервисов, небольших приложений, где нужна максимальная свобода
Express.js	JavaScript / Node.js	Минималистичный, ориентирован на скорость и API	Высоконагруженные I/O-операции, Full-Stack JavaScript (MERN/MEAN стек), API-сервисы
Spring Boot	Java	Enterprise-уровень, высокая производительность и стабильность	Корпоративные системы, финтех, высоконагруженные бэкенды, где требуется надежность Java-экосистемы

Выбор фреймворка всегда является компромиссом и должен основываться на следующих ключевых факторах:

1. масштаб и тип проекта: для сложных SPA лучше подойдет Angular или React + Next.js. Для API или микросервисов – Flask или Express.js. Для быстрых полнофункциональных сайтов – Django или Laravel;
2. экспертиза команды: использование фреймворка, которым владеет команда, всегда предпочтительнее, чем переход на новый, «модный» инструмент с потерей времени и качества;
3. сообщество и экосистема: активное сообщество (как у React или Django) обеспечивает быструю помощь, множество готовых компонентов и регулярные обновления, что критически важно для долгосрочных проектов;
4. производительность: хотя производительность часто зависит от кода, а не от фреймворка, некоторые инструменты (например, Node.js с Express.js для I/O) изначально оптимизированы под определенные задачи [4, 5].

Заключение

В данной работе был проведен сравнительный анализ ведущих фреймворков для веб-разработки, включающий фронтенд-решения (React, Vue.js, Angular) и бэкенд-системы (Django, Flask, Express.js, Spring Boot). Авторами были изучены архитектурные особенности, модели взаимодействия с данными, уровень производительности, зрелость экосистем и степень поддержки сообществом.

В ходе анализа было выявлено, что выбор фреймворка определяется не универсальной формулой, а совокупностью факторов – техническими требованиями проекта, бизнес-целями и компетенциями команды. React и Vue.js демонстрируют высокий потенциал для построения гибких интерфейсов, тогда как Angular подходит для крупных корпоративных решений. Среди бэкенд-фреймворков Django обеспечивает целостность и безопасность, Flask – простоту и расширяемость, Express.js – асинхронность и масштабируемость, а Spring Boot – промышленный уровень надёжности.

Авторы доказали, что успех проекта во многом зависит не от выбора конкретного инструмента, а от умения разработчиков эффективно использовать его возможности и следовать лучшим практикам сообщества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Timeweb Cloud : Лучшие backend-фреймворки для веб-разработки в 2024 году : статья. – , 2024 – . – URL: <https://timeweb.cloud/blog/luchshie-backend-frejmvorki-dlya-veb-razrabotki> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.

2. DAN.IT education : 5 самых популярных фреймворков для веб-разработки : статья. – , 2024 – . – URL: <https://dan-it.com.ua/blog/5-najpopuljarnishih-frejmworkiv-dlja-vebrozrobki/> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.
3. Student39.ru : Фреймворки для веб-разработки – сравнение Angular, React и Vue js : статья. – , 2024 – . – URL: <https://student39.ru/blog/sovety/sovremennye-freymvorki-dlya-veb-razrabotki-obzor-i-sravnenie/> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.
4. imaginarycloud.com : Best Frontend Frameworks : статья. – , 2024 – . – URL: <https://www.imaginarycloud.com/blog/best-frontend-frameworks> (дата обращения: 30.03.2025). – Режим доступа: свободный.
5. Тимофеев, Г. А. Оптическое распознавание символов в изолированной гибридной энергетической системе: методы автоматизации сбора и обработки данных / Г. А. Тимофеев, В. Д. Бердоносков // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2024. – № 7(79). – С. 41-45. – EDN KGERWS.

УДК 004.94

Еремин Дмитрий Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Eremin Dmitry Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Тимофеев Георгий Андреевич, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timofeev Georgy Andreevich, graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНЫХ ТИПОВ ЛИЧНЫХ КАБИНЕТОВ WEB-САЙТОВ

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF PERSONAL ACCOUNTS ON WEBSITES

Аннотация. В работе представлен сравнительный анализ типов личных кабинетов современных веб-сайтов, играющих важную роль в удержании пользователей, формировании доверия и повышении монетизации. Рассмотрены три категории: E-commerce, финансово-банковские сервисы и SaaS-платформы. Проанализированы их функциональные особенности – профиль, история операций, уведомления, безопасность, персонализация. Особое внимание уделено лучшим практикам UX/UI-дизайна, обеспечивающим удобство, прозрачность и лояльность пользователей.

Abstract. The paper presents a comparative analysis of user account types on modern websites, which play a key role in user retention, trust building, and monetization growth. Three categories are considered: e-commerce, financial and banking services, and SaaS platforms. Their functional features are analyzed, including profile, transaction history, notifications, security, and personalization. Special attention is paid to UX/UI best practices aimed at enhancing usability, transparency, and user loyalty.

Ключевые слова: личный кабинет, многофакторная аутентификация, UX, UI, дизайн.

Keywords: personal account, multi-factor authentication, UX, UI, design.

Введение

Личный кабинет (ЛК) является ключевым элементом современных веб-приложений, ориентированных на работу с зарегистрированными пользователями. Он выполняет не только функцию доступа к сервису, но и служит центральной точкой взаимодействия, где пользователь управляет своими данными, заказами, подписками и настройками. От продуманности структуры и интерфейса ЛК напрямую зависят удовлетворённость аудитории, уровень доверия к бренду и частота повторных обращений.

Актуальность темы определяется тем, что личный кабинет становится основным инструментом коммуникации между пользователем и системой. Через него реализуется большая часть пользовательских сценариев – от настройки профиля до получения услуг. Ошибки

в архитектуре или дизайне могут привести к снижению конверсии, росту оттока и отказу от дальнейшего взаимодействия. Поэтому анализ структуры и логики личных кабинетов является важной задачей при разработке эффективных веб-сервисов.

Степень разработанности темы показывает, что отдельные аспекты проектирования личных кабинетов, в частности удобство интерфейса и вопросы безопасности, активно рассматриваются в работах по UX/UI-дизайну и цифровому маркетингу. Однако системных сравнительных исследований, посвящённых различиям в функционале и приоритетах личных кабинетов разных типов веб-приложений (E-commerce, финансово-банковские сервисы, SaaS-платформы), представлено немного.

Цель работы – провести сравнительный анализ личных кабинетов современных веб-приложений, определить их функциональные особенности, выделить общие принципы построения и лучшие практики, способствующие повышению удобства, прозрачности и эффективности взаимодействия с пользователем.

Основная часть

Будут рассмотрены три основные категории, которые демонстрируют наиболее различающиеся функциональные требования к ЛК:

1. Личный кабинет в E-commerce (интернет-магазины), основная цель которых стимулирование повторных покупок, управление заказами и возвратами, а также формировании персонализированных предложений и рекомендаций. Такие кабинеты обеспечивают пользователю быстрый доступ к истории покупок, статусу доставки, системе бонусов и программам лояльности, что напрямую влияет на уровень доверия и частоту взаимодействия с платформой. (таблица 1) [1, 2].

Таблица 1 – Оценка ЛК интернет-магазинов

Функциональный блок	Приоритет	Ключевые элементы	Лучшие практики UX
Управление заказами	Высокий	История покупок, статусы текущих заказов, трекинг доставки, возможность возврата	Визуальное отображение прогресса доставки, уведомления об изменении статуса
Профиль и адреса	Средний	Хранение нескольких адресов доставки и платежных карт	Сохранение данных для быстрой покупки «в один клик»
Лояльность	Высокий	Бонусные баллы, промокоды, персонализированные скидки	Наглядный баланс бонусов, четкое объяснение правил их использования

2. Личный кабинет в финансовых и банковских сервисах, основная цель которых обеспечение безопасности, управление активами и прозрачность операций (таблица 2) [3, 4].

Таблица 2 – Оценка ЛК финансовых и банковских сервисов

Функциональный блок	Приоритет	Ключевые элементы	Лучшие практики UX
Обзор счетов и баланса	Критический	Сводка по всем счетам, картам, кредитам и депозитам	Четкие, наглядные графики расходов/доходов; скрытие баланса по желанию
История операций	Критический	Детальный журнал всех транзакций с возможностью фильтрации по дате, типу и сумме	Удобный поиск и экспорт данных; категоризация трат
Безопасность	Максимальный	Настройки 2FA (двухфакторная аутентификация), управление активными сессиями, история входов	Видимые предупреждения о подозрительной активности, функция быстрой блокировки

Личный кабинет в SaaS управление данными и подписками, основная цель которых управление подпиской, доступом команды и настройка сервиса (таблица 3) [3, 5].

Таблица 3 – Оценка ЛК SaaS

Функциональный блок	Приоритет	Ключевые элементы	Лучшие практики UX
Управление подпиской	Высокий	Текущий тариф, дата списания, возможность обновления/отмены, данные счета	Простое изменение тарифа, наглядное сравнение функций тарифов
Управление командой	Высокий	Добавление/удаление пользователей, управление ролями и правами доступа	Четкая иерархия ролей, удобная система приглашений
Настройки приложения	Средний	Персонализация рабочего пространства, интеграции со сторонними сервисами	Разделение сложных настроек на логические блоки, пошаговые мастера для интеграции

Независимо от назначения, успешный личный кабинет должен соответствовать следующим общим принципам:

1. интуитивная навигация: ЛК должен иметь четкую, иерархическую структуру (левое или верхнее меню) с понятными названиями разделов;
2. адаптивность (Mobile-First): возможность удобного доступа и управления функциями с мобильных устройств;
3. единообразие дизайна: стиль ЛК должен соответствовать общему дизайну сайта, но при этом быть ориентированным на функциональность и плотность информации;
4. обратная связь: четкие уведомления, всплывающие подсказки и подтверждения выполненных действий (например, «Ваш пароль успешно изменен»).

Заключение

В работе проведён сравнительный анализ трёх основных типов личных кабинетов современных веб-приложений: E-commerce, финансово-банковских сервисов и SaaS-платформ. Авторами выявлены ключевые различия в их функциональном наполнении и приоритетах проектирования. Для E-commerce-систем основной акцент сделан на удобстве совершения транзакций и управлении заказами; для финансовых сервисов – на безопасности, прозрачности и контроле операций; для SaaS-платформ – на управлении ресурсами, подписками и настройками пользователя.

В результате исследования определены общие принципы построения эффективных личных кабинетов, включающие интуитивно понятную навигацию, адаптивный дизайн, персонализацию и прозрачность взаимодействия.

Также установлено, что инвестиции в продуманный UX/UI-дизайн обеспечивают рост конверсии, снижение нагрузки на техническую поддержку и повышение лояльности пользователей.

Полученные результаты подтверждают, что успешный личный кабинет не является универсальным шаблоном, а представляет собой инструмент, адаптированный под специфику бизнеса и потребности целевой аудитории.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Serptop : Личный кабинет на сайте – кому и зачем он нужен : статья. – , 2023 – . – URL: <https://serptop.ru/blog/lichnyi-kabinet-celi-sozdaniya-struktura-cennost-dlya-polzovatelya-i-vladelca-saita/> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.
2. Medium.com : Designing the Perfect User Account Dashboard: Best Practices for SaaS and E-commerce : статья. – , 2024 – . – URL: <https://medium.com/user-experience-design/designing-the-perfect-user-account-dashboard-best-practices-for-saas-and-e-commerce-b75d2e0f45a0> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.

3. Smashing Magazine : The Anatomy of a Successful Banking App: UX/UI Analysis : статья. – , 2024 – . – URL: <https://www.smashingmagazine.com/2024/07/anatomy-successful-banking-app-ux-ui-analysis/> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.
4. VC.ru : Зачем бизнесу личный кабинет на сайте и как его правильно разработать : статья. – , 2023. – URL: <https://vc.ru/u/1433928/lichnyy-kabinet-na-sayte> (дата обращения: 27.09.2025). – Режим доступа: свободный.
5. Тимофеев, Г. А. Оптическое распознавание символов в изолированной гибридной энергетической системе: методы автоматизации сбора и обработки данных / Г. А. Тимофеев, В. Д. Бердоносков // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2024. – № 7(79). – С. 41-45. – EDN KGERWS.

УДК 532.529.5

Зубров Иван Евгеньевич, аспирант, Сибирский федеральный университет
Zubrov Ivan Evgenievich, postgraduate student, Siberian Federal University

О ВЛИЯНИИ КОЭФФИЦИЕНТА СОРЕ В ГАЗОВОМ СЛОЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ **ON THE INFLUENCE OF THE SORE COEFFICIENT IN THE GAS LAYER** **ON THE CHARACTERISTICS OF A TWO-LAYER SYSTEM OF BINARY MIXTURES**

Аннотация. Исследуется точное стационарное решение, полученное в приближении Обербека-Буссинеска в плоском горизонтальном канале. Внешние границы являются твёрдыми непроницаемыми стенками, а на границе раздела жидкость-газ происходит слабое испарение жидкости за счёт диффузии, в то время как конвективный перенос не учитывается. В описываемой задаче учитываются прямой и обратные термодиффузионные эффекты, которые характеризуются коэффициентами Соре и Дюфура. Проведён сравнительный анализ характеристик системы при различных значениях коэффициента Соре для парогазовой смеси, при этом коэффициент Соре для смеси этанол-вода считается известным и заданным.

Abstract. An exact steady-state solution obtained in the Oberbeck-Boussinesq approximation in a flat horizontal channel is investigated. The outer boundaries are solid impermeable walls, and at the liquid-gas interface there is a weak evaporation of the liquid due to diffusion, while convective transfer is not taken into account. In the described problem, direct and reverse thermal diffusion effects are taken into account, which are characterized by the Soret and Dufour coefficients. A comparative analysis of the system characteristics is carried out for different values of the Soret coefficient for the vapor-gas mixture, while the Soret coefficient for the ethanol-water mixture is considered to be known and specified.

Ключевые слова: испарительная конвекция, термодиффузия, уравнения Обербека-Буссинеска, бинарная смесь, точное решение.

Key words: evaporative convection, thermal diffusion, Oberbeck-Boussinesq equations, binary mixture, exact solution.

Введение

В последние годы отмечается интерес к технологиям, в которых принимает участие испаряющаяся жидкость или смесь жидкостей, это может быть как охлаждение с помощью газового потока, так и сушка поверхностей. В случае если рассматриваемая система содержит многокомпонентную жидкость, то процессы массопереноса и теплопереноса описываются более сложными дифференциальными уравнениями и имеют более сложное поведение по сравнению с однокомпонентной жидкостью. Смесь может демонстрировать физические свойства, отличающиеся от свойств однокомпонентных жидкостей, входящих в состав исследуемой смеси. Характеристики течения могут существенно зависеть от концентрации растворённого вещества, толщины слоя жидкости, начальных температур рабочей жидкости и газа, а различные температурные градиенты приводят к усилению и ослаблению прямого и обратного термодиффузионных эффектов (Соре и Дюфура). Хотя влияние эффекта Дюфура,

как правило, существенно слабее, чем влияние эффекта Соре, согласно принципу Онзагера, оба этих эффекта должны учитываться одновременно.

Использование двусторонней модели приводит к более точным и правдоподобным результатам, так как по сравнению с односторонними моделями, учитываются динамические эффекты в газе или газовой смеси. Определяющими соотношениями для моделирования конвективного переноса являются уравнения Навье-Стокса, уравнения теплопередачи [1] и уравнения конвекции-диффузии [2], основанные на законах сохранения. В монографии [3] содержатся результаты теоретико-группового анализа уравнений, описывающих тепло- и массоперенос при наличии термодиффузии в многокомпонентных смесях, описаны методы получения точных решений и анализа устойчивости данных решений. В статье [4] построены точные решения и продемонстрированы возможности выбора множества функциональных зависимостей физических свойств сред. В настоящей работе построено точное решение исследуемой задачи и исследуется влияния коэффициента Соре на характеристики системы для одной конкретной постановки задачи.

Основная часть

Для описания исследуемого процесса используются уравнения Обербека-Буссинеска, дополненные уравнением диффузии для моделирования переноса пара в газе. И для слоя жидкости, и для слоя газа основные уравнения могут быть записаны в виде:

$$\mathbf{u}_t + (\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u} = -\frac{1}{\rho}\nabla p + \nu\Delta\mathbf{u} + \mathbf{g}(\beta T + \gamma C), \quad (1)$$

$$\operatorname{div}(\mathbf{u}) = 0, \quad (2)$$

$$T_t + \mathbf{u} \cdot \nabla T = \chi(\Delta T + \alpha_C \Delta C), \quad (3)$$

$$C_t + \mathbf{u} \cdot \nabla C = D(\Delta C + \alpha_T \Delta T), \quad (4)$$

где $\mathbf{u}$ – вектор скорости;

p – давление;

T – температура;

C – концентрация пара в газе.

Функции p , T , C являются искомыми. Приведённые ниже параметры считаются известными и заданными:

ρ_i – опорное значение плотности среды;

ν – кинематическая вязкость;

$\mathbf{g}$ – вектор ускорения свободного падения;

β_i, γ_i – коэффициенты термического и концентрационного расширения;

χ – температуропроводность;

D_i – коэффициент диффузии;

α_T^i, α_C^i – коэффициенты Соре и Дюфура.

Полученное точное решение позволяет накладывать различные типы граничных условий, в частности для исследуемой постановки задачи должны выполняются условия прилипания

$$u_1(-l) = u_2(h) = 0, \quad (5)$$

условия непрерывности скоростей и температуры на границе раздела $y=0$

$$u_1 = u_2, \quad T_1 = T_2, \quad (6)$$

условие баланса теплового потока на границе раздела $y=0$

$$\kappa_1 \left(\frac{\partial T_1}{\partial y} + \alpha_C^1 \frac{\partial C_1}{\partial y} \right) - \kappa_2 \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} + \alpha_C^2 \frac{\partial C_2}{\partial y} \right) = -LM, \quad (7)$$

где κ_i – коэффициенты теплопроводности, L – скрытая теплота парообразования, M – массовый расход испаряющейся жидкости. Значение M определяется из уравнения баланса масс

$$M = -D_2 \rho_2 \left(\frac{\partial C_2}{\partial y} + \alpha_T^2 \frac{\partial T_2}{\partial y} \right) \Big|_{(x,0)}, \quad M = M_0 + M_x \cdot x. \quad (8)$$

Также задаются условие равенства потоков массы через границу раздела $y=0$

$$D_1 \rho_1 \left(\frac{\partial C_1}{\partial y} + \alpha_T^1 \frac{\partial T_1}{\partial y} \right) = D_2 \rho_2 \left(\frac{\partial C_2}{\partial y} + \alpha_T^2 \frac{\partial T_2}{\partial y} \right), \quad (9)$$

условие концентрации насыщенного пара на границе раздела $y=0$

$$C_2(x, 0) = C_0[1 + \epsilon(T_2(x, 0) - T_0)], \quad (10)$$

здесь C_0 – концентрация насыщенного пара при $T_2=T_0$, $\epsilon=L\mu/R(T_0)^2$, μ – молярная масса испаряющегося компонента, R – универсальная газовая постоянная.

В силу предположения о недеформируемости границы раздела кинематическое условие выполняется тождественно, а динамическое условие имеет вид

$$\rho_1 v_1 \frac{du_1}{dy} = \rho_2 v_2 \frac{du_2}{dy} + \frac{\partial \sigma}{\partial x}. \quad (11)$$

Для данной постановки задачи используется линейная зависимость поверхностного натяжения от концентрации и температуры следующего вида:

$$\sigma = 36,1484 - 0,1012T_1 - 11,4496C_1. \quad (12)$$

В качестве замыкающих условий поставлены условия средней концентрации вещества в жидком слое

$$\int_{-l}^0 C_1(x=0, y) dy = l \cdot C_{av}^1 \quad (13)$$

и средний расход газа

$$\int_0^h \rho_2 u_2(y) dy = R, \quad (14)$$

где значения правых частей могут быть получены из экспериментальных данных. Также отметим, что условие (13) является необходимым в силу линейности функции поверхностного натяжения.

Рассматривается система с толщиной газопарового слоя $h=5 \cdot 10^{-3}$ м и варьируемой толщиной жидкого слоя l от $2 \cdot 10^{-3}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ на рабочем участке $lx=0,1$ м. Опорное значение температуры $T_0=25$ °С. Коэффициент Соре для смеси этанол-вода при начальной концентрации этанола $C_0=C_{av}=0,6$ считается известным и полагается равным $-5,464 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹. Коэффициенты Дюфура для жидкости и газа полагаются равными 10^{-3} К. Расход газа R , полученный в ходе эксперимента полагается равным $9,6 \cdot 10^{-6}$. На внешних стенках происходит линейный нагрев согласно следующим формулам, при этом температурные градиенты A_1 и A_2 могут принимать значения в пределах от -5 до 20

$$T_l = A_1 x + 30^\circ\text{C}, \quad T_h = A_2 x + 20^\circ\text{C}. \quad (15)$$

В ходе численного моделирования исследуемого процесса были рассмотрены различные значения коэффициента Соре и их влияние на характеристики системы. Результаты моделирования при глубине жидкого слоя l равного $6 \cdot 10^{-3}$ приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Влияние коэффициента Соре на характеристики системы при изменении глубины слоя жидкости

Коэффициент Соре	Массовая скорость испарения $M_0 \cdot 10^6$	Температура, $T, ^\circ\text{C}$	Концентрация в жидком слое, $C_{\min}$	Концентрация в газовом слое, $C_{\min}$
-10^{-3}	0,5326	30,4482	0,59452	0,091304
-10^{-5}	0,5560	30,447	0,59444	0,10114
0	0,5563	30,447	0,59444	0,10124

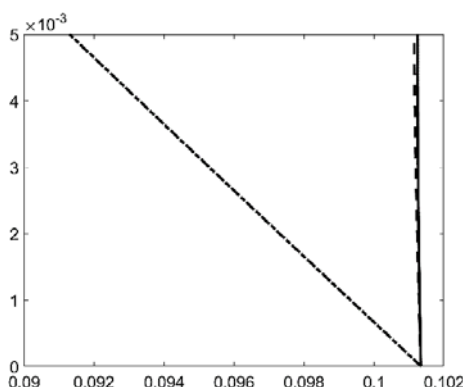


Рисунок 1 – Концентрация в газовом слое при разных значениях коэффициента Соре и изменяющейся глубине жидкого слоя

При изменении температурного градиента на верхней стенке A_1 от 0 до 20, получим следующие результаты численного моделирования, которые представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2 – Влияние коэффициента $Соре$ на характеристики системы при изменении температурного градиента на верхней стенке

Коэффициент $Соре$	Массовая скорость испарения $M_0 \cdot 10^6$	Температура, $T, ^\circ C$	Концентрация в жидком слое, C_{min}	Концентрация в газовом слое, C_{min}
-10^{-3}	1,0604	32,0047	0,59741	0,099174
-10^{-5}	1,1406	32,0041	0,59729	0,11054
0	1,1414	30,0041	0,59729	0,11066

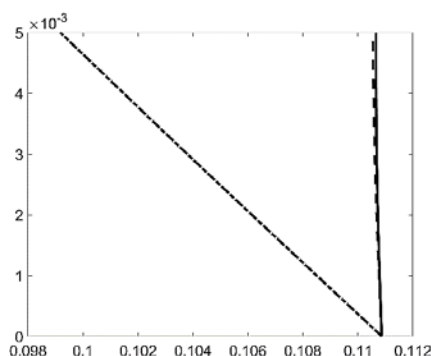


Рисунок 2 – Концентрация в газовом слое при разных значениях коэффициента $Соре$ и изменяющегося температурного градиента на верхней стенке

Полученные данные позволяют заключить, что изменение коэффициента $Соре$ не оказывает существенного влияния на температуру исследуемой системы и концентрацию этанола в жидкости, но при этом влияние на массовую скорость испарения достигает 4 – 7 %, а на концентрацию в парогазовом слое достигает 10 %, что может быть существенно при моделировании данного процесса.

Заключение

В ходе работы построено точное стационарное решение, полученное в приближении Обербека-Буссинеска в плоском горизонтальном канале. Проведён сравнительный анализ исследуемой постановки задачи, где в качестве варьируемого параметра выступает коэффициент термодиффузии ($Соре$), а также проводилось сравнение для разных глубин жидкого слоя и различных температурных градиентов. В ходе численного моделирования наблюдались небольшие (в пределах 5 – 10 %) отклонения массовой скорости испарения и концентрации паров этанола в газовом слое от тех значений, что были получены без учёта эффекта $Соре$. Массовая скорость испарения была выбрана в качестве интересующей характеристики, так как данная величина может быть измерена в ходе эксперимента. Влияние эффекта $Соре$ на температуру и концентрацию этанола в жидком слое пренебрежимо мало. Также стоит отметить, что эффект Дюфура не вносит сколько-нибудь ощутимого вклада в характеристики исследуемой системы, но его важно учитывать в силу принципа Онзагера.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Современные математические модели конвекции / В. К. Андреев, Ю. А. Гапоненко, О. Н. Гончарова, В. В. Пухначёв. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 368 с. – ISBN: 978-5-9221-0905-5 EDN: UGLJZD
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Гидродинамика. 3-е издание, исправленное. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Москва : Наука, 1986. – 736 с.
3. Рыжков, И. И. Термодиффузия в смесях: уравнения, симметрия, решения и их устойчивость. / И. И. Рыжков. – Новосибирск : издательство СО РАН, 2013. – 199 с. – ISBN: 978-5-7692-1308-3 EDN: RUKUMF.
4. Рыжков, И. И. On thermal diffusion separation in binary mixtures with variable transport coefficients / И. И. Рыжков, И. В. Степанова // Int. J. Heat Mass Transfer. 2015. vol. 85. p. 268-276. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2015.02.069 EDN: UFQPKN.

УДК 004.386, 004.387

Калинина Виктория Витальевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kalinina Victoria Vitalievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES

Аннотация. Рассматриваются перспективы развития технологий виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR), их влияние на разные сферы человеческой деятельности. Описаны основные направления исследований и разработок в области VR и AR, проанализированы тенденции рынка, выявлены ключевые проблемы и ограничения современных решений. Приведены примеры успешного внедрения технологий VR и AR в медицине, образовании, промышленности и развлекательной индустрии. Сделан вывод о перспективности дальнейшего совершенствования и расширения областей применения VR и AR-технологий.

Abstract. The article discusses the prospects for development of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies, their impact on various areas of human activity. The main directions of research and development in the field of VR and AR are described, market trends are analyzed, key problems and limitations of modern solutions are identified. Successful examples of implementation of VR and AR technologies in medicine, education, industry and entertainment industry are provided. A conclusion is drawn about the promising further improvement and expansion of application areas of VR and AR technologies.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, игры и развлечения, образование и наука, медико-биологическое применение, удалённая работа и производство.

Key words: Virtual Reality, Augmented Reality, Games and Entertainment, Education and Science, Medical Application, Remote Work and Manufacturing.

Введение

Технология виртуальной реальности позволяет погружать пользователя в искусственно созданный мир посредством специальных устройств, таких как шлемы VR, наушники и контроллеры движения. Дополненная реальность дополняет реальный мир цифровыми элементами и информацией.

Виртуальная реальность и дополненная реальность представляют собой две взаимосвязанные технологии, обладающие огромным потенциалом для преобразования различных аспектов повседневной жизни и профессиональной деятельности. VR создаёт искусственную среду, полностью изолированную от реального мира, тогда как AR интегрирует цифровые элементы непосредственно в физическую окружающую среду.

Целью работы является анализ текущих тенденций и перспективных направлений развития этих технологий, определение областей их эффективного применения и выявление ключевых технологических барьеров, препятствующих широкому распространению.

Сегодня обе технологии активно развиваются и находят своё применение в различных областях человеческой деятельности. Рассмотрим основные направления дальнейшего развития VR и AR [1].

Основная часть

Технология виртуальной и дополненной реальности стремительно завоевывают популярность во многих областях нашей жизни. Рассмотрим подробнее ключевые сферы приме-

нения, новейшие технологические тренды и реальные примеры успешного внедрения этих инновационных решений [2].

Ключевые области применения:

1. Игры и развлечения. Игровой рынок лидирует в применении VR и AR. Уже появились успешные проекты, такие как Pokémon Go, который показал потенциал дополненной реальности, превратив обычный мобильный телефон в окно в альтернативный мир. Сегодня VR и AR создают уникальные впечатления для геймеров, погружая их в детализированные виртуальные вселенные. В ближайшем будущем мы увидим появление игр с высоким уровнем интерактивности и реализма, создающих новую парадигму развлечений.

2. Образование и наука. Образовательные учреждения активно внедряют VR и AR для углубленного понимания материала студентами. Например, медицинская школа Университета Джона Хопкинса использует VR-тренажеры для отработки хирургических навыков, а NASA проводит VR-экскурсии по планетам Солнечной системы, привлекая молодёжь к изучению космоса. В химической науке AR даёт возможность наблюдать структуру молекул в трех измерениях, повышая вовлеченность учащихся.

3. Туризм и путешествия. Путешествия в эпоху пандемии переживают новое рождение благодаря VR и AR. Путешественники могут совершить виртуальные туры по достопримечательностям, гостиницам и городам, выбирая идеальное направление для отпуска. Таким образом, клиенты совершают осознанный выбор, экономят деньги и время, заранее оценивая условия проживания и маршруты путешествий.

4. Производство и промышленность. Крупнейшие производители, такие как Airbus и Volkswagen, активно внедряют VR и AR для проектирования, испытаний и ремонта. В частности, инженеры могут детально изучить конструкцию самолёта или автомобиля, выявлять дефекты и минимизировать риски аварий. Компьютерные симуляции заменяют физические испытания, ускоряя производственные циклы и снижая расходы.

5. Медицина и здравоохранение. Медицина получила мощный толчок к прогрессу благодаря VR и AR. Физиотерапия и реабилитация пациентов вышли на качественно новый уровень, благодаря виртуальным тренировочным программам, направленным на восстановление двигательных функций. Также врачи учатся оперировать, используя виртуальные тренажеры, и улучшают своё мастерство без риска для пациентов.

6. Работа и удалённый доступ. Удалённая работа преобразилась благодаря VR и AR. Коллеги находятся в одном виртуальном офисе, взаимодействуя друг с другом естественным образом. Теле-присутствие стало обыденностью, совместные встречи проходят эффективнее и динамичнее, решая многие логистические проблемы удалённой команды [3].

Основные технологические тренды:

1. Улучшение качества графики и точности отображения. Современные гарнитуры предлагают высокое разрешение экрана и широкий угол обзора, приближаясь к реалистичному восприятию окружающей среды. Снижается нагрузка на глаза и мозг, улучшается комфорт использования. Производители постоянно работают над улучшением визуализации и снижением задержек сигнала.

2. Интеграция с мобильными устройствами. Смартфоны становятся универсальным инструментом для запуска VR-приложений и реализации возможностей AR. Камеры и датчики смартфонов предоставляют новые возможности для виртуальных экспериментов. Это открывает широкие горизонты для массового распространения обеих технологий.

3. Повышение доступности оборудования. Стоимость аппаратных решений снижается, появляются доступные массовые модели, ориентированные на широкую аудиторию. Вместе с этим развивается инфраструктура сервисов потокового вещания VR-контента.

4. Глобализация платформ разработки. Создаются мощные инструменты для разработчиков, позволяющие создавать качественные VR и AR-продукты без значительных затрат ресурсов и времени. Создание специальных облачных платформ и оптимизация инфраструктуры для передачи VR-данных создаёт предпосылки для быстрого роста рынка. Пользователям уже не нужен дорогой компьютер, чтобы насладиться качественным контентом [4].

Несмотря на огромный потенциал, развитие VR и AR сталкивается с рядом проблем: высокие требования к оборудованию, влияющие на стоимость конечных решений; ограниченные форматы контента, ограничивающие массовое распространение; недостаточная производительность сети передачи данных, особенно для потоковых VR-сервисов; вопросы защиты личной информации и конфиденциальности.

Примеры успешного применения VR и AR в мире:

- Университет Гарварда начал использовать VR в образовательных целях, организуя лабораторные занятия по хирургии и физике. Компания Ford успешно внедрила VR-обучение для работников конвейера, сократив количество производственного брака на 75%. Louvre Museum предоставил виртуальные экскурсии своим посетителям, демонстрируя шедевры искусства людям по всему миру. Программа Psious оказалась действенным решением для борьбы с тревогой и страхами у пациентов [5].

- Автоконцерны BMW и Nissan использовали VR и AR для разработки автомобилей, сокращения расходов на макеты и тестирование. Эти примеры показывают значительные преимущества VR и AR в современном обществе, хотя пока ещё далеко не весь потенциал реализован.

Реальные случаи успеха VR и AR:

- Stanford University: разработка программы виртуального медицинского образования, повышающей качество подготовки хирургов.

- Ford Motor Company: сокращение производственных ошибок благодаря применению VR-моделей.

- Airbus Industries: уменьшение сроков проектирования самолетов за счёт VR-технологий.

- Tesla Motors: внедрение AR-индикаторов на ветровых стёклах автомобилей для навигации.

- Museums: создание виртуальных туров, привлекающих миллионы зрителей, как в случае с музеем Metropolitan в Нью-Йорке.

- Healthcare: лечение посттравматических стрессов и фобий с помощью VR-программ, доказавших свою эффективность в клинических исследованиях.

Заключение

В ходе выполненной работы были проанализированы современные тенденции и выявлены перспективные направления развития технологий виртуальной и дополненной реальности. Была проведена систематизация ключевых областей применения данных технологий, таких как игры и развлечения, образование и наука, туризм и путешествия, производство и промышленность, медицина и здравоохранение, а также организация удаленного доступа и совместной работы.

Авторы показали, что VR и AR обладают значительным потенциалом для улучшения качества жизни и профессиональной деятельности человека, предоставляя эффективные инструменты для решения практических задач. Было доказано, что современное развитие этих технологий характеризуется совершенствованием аппаратного оснащения, повышением доступности оборудования и созданием удобных платформ для разработчиков.

В целом, данная работа позволила сформировать целостное представление о состоянии технологий виртуальной и дополненной реальности, выявить их сильные стороны и возможные точки роста, а также определить приоритетные направления для дальнейшего исследования и практической реализации указанных технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обласов, А. А. Цифровая трансформация / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-6. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-12-2024-339. – EDN ZQDIBQ.

2. Обласов, А. А. Технологии цифровой трансформации / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-14. – С. 99-103. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-793. – EDN RFSATE.
3. Cipresso P., Giglioli I. A. C., Raya M. A., Riva G. The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 2086. – DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02086.
4. Milgram P., Kishino F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays // *IEICE Transactions on Information and Systems*. – 1994. – Vol. E77-D, № 12. – P. 1321–1329.
5. Radu I. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis // *Personal and Ubiquitous Computing*. – 2014. – Vol. 18, № 6. – P. 1533–1543. – DOI: 10.1007/s00779-013-0747-y.

УДК 004.032.26:519.6

Калинина Виктория Витальевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kalinina Victoria Vitalievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Дмитрий Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Dmitry Olegovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amur State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amur State University

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ В МНОГОЗАДАЧНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

METHODS OF RESOURCE OPTIMIZATION IN REAL-TIME MULTITASKING SYSTEMS

Аннотация. Рассматривается проблема оптимизации ресурсов в многозадачных системах реального времени. Цель работы заключается в повышении эффективности использования вычислительных мощностей, памяти и коммуникационных каналов путем разработки эффективных алгоритмов планирования и управления ресурсами. Предмет исследования включает алгоритмы статического и динамического планирования задач, методы управления памятью и коммуникации. Результаты работы демонстрируют значительное улучшение производительности и надежности систем благодаря применению предложенных методов.

Abstract. The problem of resource optimization in multitasking real-time systems is addressed. The aim of this work is to improve the efficiency of computational power usage, memory, and communication channels by developing effective scheduling algorithms and resource management methods. The subject of research includes static and dynamic task scheduling algorithms, memory management techniques, and communication strategies. The results demonstrate significant performance improvement and reliability enhancement through application of proposed approaches.

Ключевые слова: многозадачность, оптимизация ресурсов, планирование задач, управление памятью, производительность, надежность.

Key words: multitasking, resource optimization, task scheduling, memory management, performance, reliability.

Введение

Современное развитие технологий предъявляет высокие требования к функционированию многозадачных систем реального времени. Такие системы применяются в широком спектре приложений, включая автоматизированные производственные линии, авиационную электронику, медицинское оборудование и транспортные средства. Основной задачей таких

систем является обеспечение надежной обработки большого количества параллельных задач в условиях ограниченности ресурсов, таких как процессорное время, память и коммуникационные каналы [1].

Актуальность проблемы оптимизации ресурсов обусловлена необходимостью повышения эффективности и надежности систем, работающих в режиме реального времени. Это связано с ростом числа одновременно исполняющихся задач, увеличением объемов обрабатываемых данных и ужесточением требований к быстродействию и точности реакции на внешние события.

Целью этой работы является разработка и исследование методов оптимизации ресурсов в многозадачных системах реального времени, чтобы обеспечить своевременное выполнение задач при ограниченном объеме ресурсов, минимизировать задержки и обеспечить стабильную производительность. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- Анализ существующих методов планирования задач и управления ресурсами.
- Разработка новых алгоритмов, позволяющих эффективно распределять ресурсы между задачами.
- Оценка влияния разработанных методов на производительность и надежность систем.

Таким образом, данная работа направлена на повышение качества проектирования и эксплуатации многозадачных систем реального времени, что имеет важное значение для многих отраслей промышленности и науки.

Основная часть

Алгоритмы

Динамические алгоритмы распределения ресурсов. Обеспечивают гибкое управление в реальном времени, позволяют непрерывно анализировать нагрузку и корректировать распределение. Сочетают прогнозно-ориентированный подход, основанный на исторических данных, с быстрым реагированием на изменения.

Контекстно-адаптивные подходы. Стратегия распределения ресурсов учитывает не только внутренние параметры вычислительных узлов, но и динамику окружающей среды, поведение пользователей и специфику выполняемых задач. Это включает мониторинг текущей загрузки, состояния сети, видов входящих данных и их критичности [2].

Правила приоритизации на основе профилей приложений и уровня важности задач. Обеспечивают гарантированное обслуживание критически значимых функций даже в условиях перегрузки системы.

Программное обеспечение

Библиотеки для многозадачного программирования. Обеспечивают инструменты для взаимодействия с потоками, очередями заданий и параллельным выполнением задач. К примеру, OpenMP – это стандартизированный интерфейс для организации многопоточности, позволяющий упростить разделение вычислений между несколькими потоками.

Инструменты для асинхронного выполнения задач. Позволяют одному процессору выполнять задачи, не блокируя другие части программы, что увеличивает общую производительность системы.

Мониторинг

Сервисы, которые собирают и визуализируют метрики в реальном времени. Это помогает:

- отслеживать использование ресурсов (память, процессор, диск и так далее);
- выявлять потенциальные проблемы;
- настраивать пороговые значения для различных метрик (например, нагрузки на сервер или доступности сервиса).

Инструменты для мониторинга производительности.

Datadog – сервис мониторинга облачных приложений, который отслеживает производительность различных компонентов в реальном времени, включая состояние серверов, сетевую активность и время отклика приложений [3].

Тестирование

Нагрузочное тестирование. Помогает определить, как система ведёт себя под определённой нагрузкой [4]. Включает постепенное увеличение нагрузки и пиковые нагрузки, чтобы проверить, как система справляется с внезапными всплесками активности.

Стресс-тестирование. Направлено на выявление пределов системы. Включает создание экстремальных условий (симуляцию отказов компонентов, внезапные отключения ресурсов) и анализ отказов, чтобы понять, какие компоненты системы наиболее уязвимы.

Эксперимент

Для оценки эффективности предложенных методов оптимизации ресурсов в многозадачных системах реального времени был проведен эксперимент. Цель эксперимента состояла в сравнении производительности системы при использовании разработанных алгоритмов с базовыми подходами. Основное внимание уделялось таким показателям, как время выполнения задач, уровень загрузки процессора, использование памяти и количество пропущенных задач.

В качестве тестовой среды использовалась многозадачная система с заданными параметрами:

- P – общее количество процессоров в системе;
- T – количество задач, выполняемых системой;
- R – объем доступных ресурсов (память, процессорное время, пропускная способность сети);
- $L(t)$ – уровень загрузки системы в момент времени t ;
- $W(t)$ – время ожидания задач в очереди в момент времени t ;
- $M(t)$ – объем используемой памяти в момент времени t .

Динамический алгоритм. Задачи распределялись с учетом текущей загрузки процессоров $L(t)$, а также их пропускной способности. Распределение задач выполнялось по формуле

$$R_i = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^n W_j} \cdot R, \#(1)$$

где R_i – объем ресурсов, выделяемый для i -й задачи;
 W_i – вес i -й задачи, определяемый её приоритетом и вычислительной сложностью;
 n – общее количество задач.

Контекстно-адаптивный алгоритм. Распределение задач выполнялось с учетом текущей нагрузки системы и критичности задач. Приоритет задач определялся по формуле

$$P_i = \alpha \cdot U_i + \beta \cdot C_i, \#(2)$$

где P_i – приоритет i -й задачи;
 U_i – уровень использования ресурсов задачей;
 C_i – критичность задачи (например, высокий приоритет для задач реального времени);
 α и β – коэффициенты весов, определяемые эмпирически.

Эксперимент проводился на наборе тестовых данных, включающем 1000 задач с разным уровнем сложности и критичности. Сравнение проводилось по следующим метрикам.

Среднее время выполнения задач T_{exec} :

$$T_{\text{exec}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}, \#(3)$$

где T_i – время выполнения i -й задачи;
 n – общее количество задач.

Средняя загрузка процессора L_{avg} :

$$L_{\text{avg}} = \frac{\int_0^T L(t) dt}{T}, \#(4)$$

где T – общее время эксперимента.

Общее число задач, выполнение которых не было завершено в рамках заданного временного интервала. Количество пропущенных задач N_{missed} :

$$N_{\text{missed}} = \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot \#(5)$$

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Алгоритм	Среднее время выполнения задач T_{exec} , мс	Средняя загрузка процессора L_{avg} , %	Количество пропущенных задач N_{missed}
Базовый алгоритм	120	85	150
Динамический алгоритм	95	90	50
Контекстно-адаптивный	80	92	10

Заключение

В данной работе была рассмотрена проблема оптимизации ресурсов в многозадачных системах реального времени, что является актуальной задачей для современных технологий. Авторами проведен анализ существующих методов планирования задач и управления ресурсами, что позволило выявить их достоинства и недостатки. В результате исследования были разработаны новые алгоритмы, направленные на эффективное распределение ресурсов между задачами, включая динамические методы распределения, контекстно-адаптивные подходы и правила приоритизации задач.

Авторы доказали, что применение предложенных алгоритмов позволяет значительно повысить производительность и надежность многозадачных систем за счет оптимального использования вычислительных мощностей, памяти и коммуникационных каналов. Было выявлено, что использование мониторинга в реальном времени и инструментов асинхронного выполнения задач способствует своевременному выявлению потенциальных проблем и повышению эффективности работы системы.

Таким образом, результаты работы подтверждают возможность улучшения ключевых характеристик многозадачных систем реального времени благодаря применению предложенных методов. Это открывает перспективы для их внедрения в различных областях, таких как автоматизация производства, авиационная электроника, медицинское оборудование и транспортные системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петрова, А. Н. Разработка модели для ранжирования объектов в системах больших данных / А. Н. Петрова, Д. О. Фролов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2024. – № 3(75). – С. 43-47. – EDN JYQRZT.
2. Brandenburg B. B. Scheduling and Locking in Multiprocessor Real-Time Operating Systems. – University of North Carolina at Chapel Hill, 2011. – 321 p.
3. Фролов, Д. О. Поиск информации с использованием языкового моделирования / Д. О. Фролов, А. Н. Петрова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. – С. 529-532. – EDN BHTUOY.
4. Ромашов, Д. В. Проведение нагрузочного тестирования сайта Epic games / Д. В. Ромашов, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 354-357. – EDN YXOAXH.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАКЛЁПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

MODELLING OF DEFORMATION PROCESSES IN RIVET JOINTS

Аннотация. Заклёпочные соединения применяются в конструкциях, воспринимающих большие вибрационные и повторные нагрузки, а также для соединения деталей из несвариваемых материалов. В качестве модели процесса создания клёпочного соединения может быть использована задача о сжатии выпуклого тела плоским штампом. В статье приводится вывод аналитических соотношений, позволяющих рассчитать возникающие в процессе создания соединения деформации. Рассматриваются поля скоростей перемещений, предложенные в работах Р. Хилла и Л. Прандтля, учитывается коэффициент трения между материалами клёпки и штампа.

Abstract. Rivet joints are used in structures subject to high vibration and repeated loads, and for joining non-weldable materials. The problem of compressing a convex body with a flat stamp has been chosen as a model for creating a riveted joint. Formulas are derived for calculating the deformations that occur during the joining process. Displacement velocity fields proposed by R. Hill and L. Prandtl are considered, and the coefficient of friction between the riveting and stamping materials is accounted for.

Ключевые слова: пластичность, жесткопластическое тело, деформации, штамп, математическая модель.

Key words: plasticity, rigid-plastic body, deformations, stamp, mathematical model.

Введение

В кораблестроении в некоторых конструкциях, например, при соединении барьерных швов в районе скулы, палубного стрингера с ширтреком, стенок лёгких стальных надстроек и рубок с комингсом на палубе используются заклёпочные соединения. При нагрузке, действующей перпендикулярно осям заклёпок, заклёпочное соединение может быть разрушено в результате среза заклёпок в плоскости соединения деталей или смятия заклёпок деталями. Также соединение может разрушиться в результате разрыва деталей по сечению, ослабленному отверстиями, среза листа заклёпками или смятия материала листа под заклёпками [1].

Актуальность рассматриваемого в работе решения заключается в возможности использования полученных результатов для определения возникающих в процессе клёпки деформаций.

Целью работы является решение задачи о сжатии выпуклой заготовки плоским штампом, которая может выступать моделью процесса создания клёпочного соединения.

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

- вывод аналитических соотношений для определения возникающих в процессе создания соединения деформаций;
- получение распределения деформаций в окрестностях особенностей поля линий скольжения для задачи о сжатии стальной заготовки, имеющей форму гиперболического цилиндра с использованием схем сеток линий скольжения Хилла и Прандтля;
- выбор предпочтительной схемы пластического течения.

Схемы пластического течения в задаче о сжатии выпуклого тела плоским штампом предложены Р. Хиллом [2] и Прандтлем. Обобщение этих решений рассматривалось в работах [3, 4].

Основная часть

Распределение скоростей в данной задаче не единственно. Схемы сеток линий скольжения, соответствующие решениям данной задачи, полученных Хиллом и Прандтлем, представлены на рисунке 1.

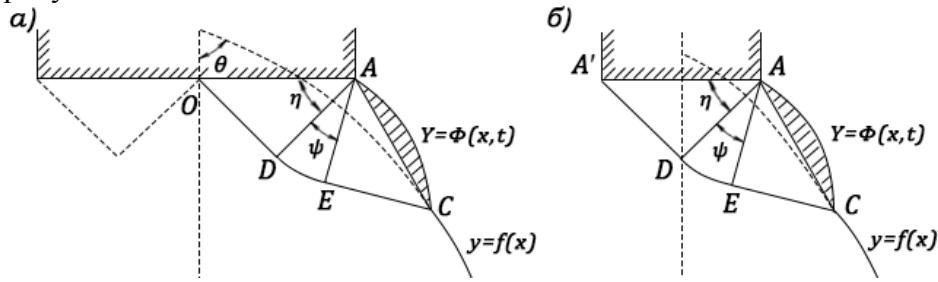


Рисунок 1 – Схемы сеток линий скольжения:

а) в решении Хилла; б) в решении Прандтля

Штамп движется с единичной скоростью, ось y полагается направленной вертикально вверх. Тогда поля скоростей имеют вид:

по схеме Хилла

$$v_\alpha = -\frac{v_y}{\cos \eta}, v_\beta = 0, \quad (1)$$

по схеме Прандтля

$$v_\alpha = -V_y \cos \eta, v_\beta = 0, \quad (2)$$

угол η определяется коэффициентом трения.

Нормальная и разрыв касательной составляющей скорости на линии $ODEC$ (рисунок 1, а) равны:

$$V_n = 0, [V_\tau] = \frac{1}{\cos \eta}. \quad (3)$$

Уравнения составляющих линии разрыва $ODEC$ имеют вид:

– линия OD : $-[y + ctg(\eta)x] = t$,

$$\text{– линия } DE: \begin{cases} x = x_A + R \cos \xi \\ y = y_A + R \sin \xi \end{cases}, R = |AE|, \xi = \alpha - \frac{\pi}{2}, \quad (4)$$

– линия EC : $y = y_C + xtg\left(\eta + \psi - \frac{\pi}{2}\right) - x_C tg\left(\eta + \psi - \frac{\pi}{2}\right)$.

Тогда скорость линии разрыва:

$$G = \begin{cases} \sin(\eta) \\ \frac{dx_A}{dt} \cos \xi + \frac{dy_A}{dt} \sin \xi + \frac{dR}{dt}, \xi \in [\eta - \pi; \eta - \pi + \psi] \\ \frac{(x-x_C)\psi'}{\cos(\eta+\psi-\frac{\pi}{2})} + \cos\left(\eta + \psi - \frac{\pi}{2}\right) [y'_C - x'_C tg\left(\eta + \psi - \frac{\pi}{2}\right)] \end{cases}, \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} \frac{dx_A}{dt} &= \frac{x'_C}{\left(1 + \sqrt{2} \cos \eta \cos\left(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi\right)\right)} - \frac{x_C \psi' \sqrt{2} \cos \eta \sin\left(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi\right)}{\left(1 + \sqrt{2} \cos \eta \cos\left(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi\right)\right)^2}, \\ \frac{dR}{dt} &= \frac{x'_C \cos \eta}{\left(1 + \sqrt{2} \cos \eta \cos\left(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi\right)\right)} - \frac{x_C (\cos \eta)^2 \psi' \sqrt{2} \sin\left(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi\right)}{\left(1 + \sqrt{2} \cos \eta \cos\left(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi\right)\right)^2}, \\ \frac{dy_A}{dt} &= -1. \end{aligned}$$

В схеме Прандтля кроме линии $A'DEC$ (см. рисунок 1, б) линией разрыва будет также прямая AD . Составляющие скорости на этих линиях будут равны соответственно

$$\begin{aligned} AD: V_n &= \cos \eta, [V_\tau] = \cos \eta, \\ A'DEC: V_n &= 0, [V_\tau] = \cos \eta. \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнения составляющих линии разрыва $A'DEC$ имеют вид:

$$\begin{aligned} - \text{ линия } A'D: y &= -xtg(\eta) - \frac{x_c \sin(\eta)}{\cos \eta + \sqrt{2} \cos(\frac{\pi}{4} + \eta - \psi)} - t, \\ - \text{ линия } DE: \begin{cases} x = x_A + R \cos \xi \\ y = y_A + R \sin \xi \end{cases}, R &= |AE|, \xi = \alpha - \frac{\pi}{2}, \\ - \text{ линия } EC: y &= y_c + xtg(\psi - \eta) - x_c tg(\psi - \eta). \end{aligned} \quad (7)$$

Тогда скорость движения линии разрыва $A'DEC$ равна:

$$G = \begin{cases} -\cos(\eta) \left[1 + \frac{x'_c \sin(\eta)}{u} - \frac{v \psi' x_c \sin(\eta)}{u^2} \right] \\ \frac{dx_A}{dt} \cos \xi + \frac{dy_A}{dt} \sin \xi + \frac{dR}{dt}, \xi \in \left[-\eta - \frac{\pi}{2}; -\eta - \frac{\pi}{2} + \psi \right], \\ \frac{(x-x_c)\psi'}{\cos(\psi-\eta)} + \cos(\psi-\eta) [y'_c - x'_c tg(\psi-\eta)] \end{cases} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} \frac{dx_A}{dt} &= \frac{x'_c \cos(\eta)}{(\cos(\eta) + \sqrt{2} \cos(\frac{\pi}{4} + \eta - \psi))} - \frac{x_c \psi' \sqrt{2} \cos \eta \sin(\frac{\pi}{4} + \eta - \psi)}{(\cos(\eta) + \sqrt{2} \cos(\frac{\pi}{4} + \eta - \psi))^2}, \\ \frac{dR}{dt} &= \frac{x'_c}{(\cos(\eta) + \sqrt{2} \cos(\frac{\pi}{4} + \eta - \psi))} - \frac{x_c \psi' \sqrt{2} \sin(\frac{3\pi}{4} - \eta - \psi)}{(\cos(\eta) + \sqrt{2} \cos(\frac{\pi}{4} + \eta - \psi))^2}, \\ \frac{dy_A}{dt} &= -1. \end{aligned}$$

Полученные значения скорости G позволяют определить величину объёмной плотности диссипации энергии [5]:

$$\bar{W} = \frac{[V_\tau]}{G - V_n}, \quad (9)$$

от которой зависит первое главное значение тензора конечных деформаций Альманси и угол между первым главным направлением тензора Альманси и касательной к линии разрыва скоростей:

$$E_1 = \frac{\bar{W}^2}{4} \left[\sqrt{1 + \frac{4}{\bar{W}^2}} - 1 \right], tg 2\theta = -\frac{2}{\bar{W}}. \quad (10)$$

Деформации в окрестности центра веера определяются решением системы уравнений [5]:

$$\begin{aligned} \frac{da_{11}}{d\alpha} \bar{A} - a_{11} \sin \alpha \cos \alpha + a_{21} (\cos \alpha)^2 &= 0, \\ \frac{da_{12}}{d\alpha} \bar{A} - a_{12} \sin \alpha \cos \alpha + a_{22} (\cos \alpha)^2 &= 0, \\ \frac{da_{21}}{d\alpha} \bar{A} - a_{11} (\sin \alpha)^2 + a_{21} \sin \alpha \cos \alpha &= 0, \\ \frac{da_{22}}{d\alpha} \bar{A} - a_{12} (\sin \alpha)^2 + a_{22} \sin \alpha \cos \alpha &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь a_{ij} – компоненты тензора дисторсии, $\bar{A} = \frac{v_\alpha - a' \cos \alpha - b' \sin \alpha}{v_\alpha}$, $a' = \frac{dx_A}{dt}$, $b' = \frac{dy_A}{dt}$ –

закон движения центра веера линий скольжения. Приведённая система может быть решена методом Рунге-Кутты IV порядка; в силу того, что частица попадающая в веер получает начальные деформации на линии EC , решение системы должно удовлетворять начальным условиям:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \bar{W}_{EC} & 1 \end{bmatrix}.$$

При обращении угла раскрытия веера в нуль деформации вдоль всей линии разрыва будут распределены равномерно.

Пусть недеформированная поверхность имеет форму гиперболического цилиндра

$$y_c = \sqrt{2} - \sqrt{x_c^2 + 2},$$

коэффициент трения $\mu = 0.12$ (сталь), то есть $\eta \approx 0.67$ радиан.

На рисунке 2 представлено распределение деформаций на линии разрыва скоростей перемещений $ODEC$ и в окрестности центра веера линий скольжения в схеме Хилла в момент времени $t = 0.01$.

На рисунке 3 представлено распределение деформаций на линии разрыва скоростей перемещений $A'DEC$ и в окрестности центра веера линий скольжения в схеме Прандтля в момент времени $t = 0.011$.

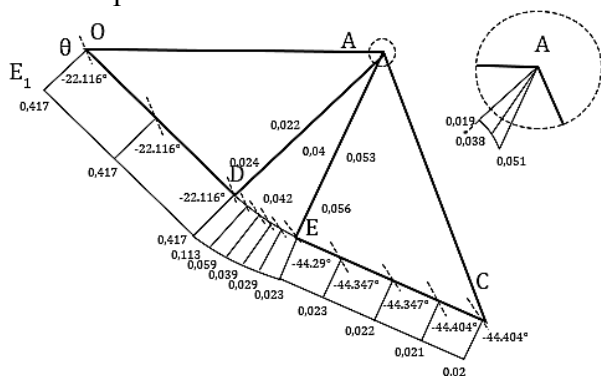


Рисунок 2 – Распределение деформаций на линии разрыва скоростей перемещений и в окрестности центра веера линий скольжения в схеме Хилла при $t = 0.01$

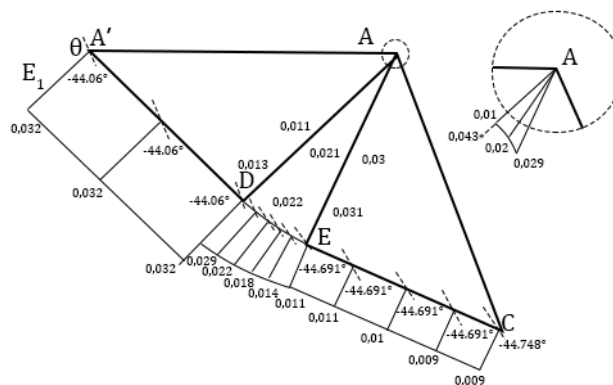


Рисунок 3 – Распределение деформаций на линии разрыва скоростей перемещений и в окрестности центра веера линий скольжения в схеме Прандтля при $t = 0.01$

По схеме Хилла наибольшие деформации наблюдаются при переходе через линию OD , при этом вдоль всей линии разрыва $ODEC$ деформации постепенно уменьшаются. По схеме Прандтля вдоль линии $A'DEC$ происходит уменьшение деформаций, а наибольшие деформации получают частицы материала, деформирующиеся дважды – первый раз при прохождении через участок линии разрыва скоростей EC , второй – при пересечении линии AD .

Наибольшие деформации в окрестности центра веера линий скольжения минимальны по решению Прандтля, следовательно, это решение и будет предпочтительным.

Закключение

В соответствии с поставленной целью были выведены аналитические соотношения для определения возникающих в процессе создания заклёпочного соединения деформаций; получены распределения деформаций в окрестностях особенностей поля линий скольжения для задачи о сжатии стальной заготовки, имеющей форму гиперболического цилиндра с использованием схем сеток линий скольжения Хилла и Прандтля. Из представленных в работе решений предпочтительным будет решение Прандтля, так как в нём наибольшие деформации будут минимальны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гурин, В. В. Детали машин и основы конструирования: учеб. для вузов / В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов. – Томск : изд. ТПУ, 2010. – 427 с.
2. Хилл, Р. Математическая теория пластичности / Р. Хилл. – Москва : Гостехиздат, 1956. – 407 с.
3. Быковцев, Г. И. Теория пластичности / Г. И. Быковцев, Д. Д. Ивлев. – Владивосток : Дальнаука, 1998. – 528 с.
4. Хромов, А. И. Деформация и разрушение жесткопластических тел / А. И. Хромов. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – 183 с.
5. Хромов, А. И. Разрушение жёсткопластических тел. Константы разрушения / А. И. Хромов, О. В. Козлова. – Владивосток : Дальнаука, 2005. – 157 с.

УДК 004.056

Кармазин Матвей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Karmazin Matvey Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

АКТУАЛЬНЫЕ КИБЕРУГРОЗЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ CURRENT CYBERTHREATS AND WAYS TO PREVENT THEM

Аннотация. Анализируются современные киберугрозы и предлагаются меры противодействия. Цель – выявить особенности актуальных атак и предложить эффективные решения по защите информации. Рассматриваются вредоносное программное обеспечение (ПО), фишинг, программы-вымогатели, DDoS-атаки, SQL-инъекции и др. Авторы подчеркивают необходимость проактивного подхода, включая новейшие технологии защиты, анализ уязвимостей и обучение сотрудников. Результатом работы стал комплекс рекомендаций для минимизации рисков и повышения устойчивости информационных систем к кибератакам.

Abstract. This book analyzes modern cyber threats and proposes countermeasures. The goal is to identify the characteristics of current attacks and propose effective information security solutions. Malware, phishing, ransomware, DDoS attacks, SQL injections, and other threats are discussed. The authors emphasize the need for a proactive approach, including the latest security technologies, vulnerability analysis, and employee training. The result is a set of recommendations for minimizing risks and increasing the resilience of information systems to cyberattacks.

Ключевые слова: киберугрозы, информационная безопасность, способы защиты, кибератаки, защита.

Key words: cyberthreats, information security, methods of protection, cyberattacks, protection.

Введение

Актуальность темы обусловлена возрастающей ролью информационных технологий в современном мире, а также увеличением количества и сложности киберугроз. В условиях цифровой трансформации все больше аспектов жизнедеятельности, бизнеса и государственных структур связаны с использованием информационных систем, что делает их уязвимыми для разнообразных атак злоумышленников.

Киберпреступность развивается быстрыми темпами, и угрозы варьируются от фишинга и вредоносного ПО до сложных киберопераций, нацеленных на кражу конфиденциальных данных, финансовых ресурсов или достижение политических целей. Важно отметить, что обеспечение информационной безопасности становится неотъемлемой частью национальной безопасности и экономической стабильности. Профилактика и противодействие современным киберугрозам требуют системного подхода с использованием современных технологий, методов анализа и прогнозирования угроз.

Цель работы заключается в анализе современных киберугроз, выявлении их особенностей, а также разработке и предложении эффективных способов их предотвращения.

Для достижения этой цели в работе планируется изучить основные виды киберугроз, определить уязвимости в информационных системах и рассмотреть современные методы защиты, такие как использование антивирусных программ, систем обнаружения и предотвращения вторжений, а также внедрение политик информационной безопасности. Работа также нацелена на оценку эффективности предлагаемых мер и развитие рекомендаций по повышению устойчивости организаций к киберинцидентам.

Степень разработанности темы характеризуется наличием обширной научной и практической базы. В мировой научной литературе успешно исследуются угрозы и методы их

борьбы, разрабатываются стандарты и нормативные акты по кибербезопасности. Тем не менее, быстро меняющийся характер технологий и методов злоумышленников требует постоянного обновления знаний и адаптации защитных мер.

В рамках данной работы предполагается провести анализ современных исследований, практических кейсов и трендов в области кибербезопасности, а также предложить актуальные рекомендации, ориентированные на современную реализацию защиты информационных систем. Таким образом, тема остается крайне актуальной и востребованной в условиях цифровой эпохи [1].

Основная часть

Кибератака – это попытка кражи данных или получения несанкционированного доступа к компьютерам и сетям с использованием одного или нескольких компьютеров. Кибератака часто является первым шагом злоумышленника к получению несанкционированного доступа к персональному или деловому компьютеру, или сети перед совершением утечки данных. Цель кибератаки – вывести из строя целевой компьютер и отключить его от сети, либо получить доступ к данным компьютера и проникнуть в подключённые сети и системы. Кибератаки различаются по сложности: киберпреступники используют как случайные, так и целенаправленные атаки на компании. Злоумышленники используют различные методы для осуществления кибератак, такие как отказ в обслуживании, вредоносное ПО, фишинг и программы-вымогатели. Например, CMA CGM, одна из крупнейших в мире компаний по контейнерным перевозкам, подверглась кибератаке, которая изначально была направлена на её серверы, а затем привела к утечке данных. Во время атаки в сентябре 2020 года вредоносное ПО было использовано для атаки на серверы периферийного оборудования компании, что лишило CMA CGM возможности пользоваться её онлайн-сервисами [2].

Типы кибератак

Киберпреступники используют различные методы и приёмы для получения несанкционированного доступа к компьютерам, данным и сетям, а также для кражи конфиденциальной информации. Ниже представлен расширенный список наиболее распространённых типов кибератак [3].

Вредоносное ПО – это общий термин для любого программного обеспечения, созданного с целью нанесения вреда компьютеру или сети, кражи конфиденциальной информации, нарушения нормальной работы системы или несанкционированного доступа к ресурсам. К вредоносному ПО относятся вирусы, черви, трояны, шпионское ПО, рекламное ПО и программы-вымогатели. Это позволяет хакерам получать более глубокий доступ к целевым сетям для кражи данных, повреждения оборудования, отключения сетей или захвата контроля над системами [4].

Фишинг – это вид интернет-мошенничества, при котором злоумышленники обманом выманивают у жертв конфиденциальную информацию (логины, пароли, номера банковских карт) и денежные средства. Они используют поддельные письма, сообщения, веб-сайты и другие коммуникации, маскируясь под доверенные организации или знакомых людей. Цель мошенников – украсть деньги, получить доступ к учетным записям или установить вредоносное ПО на устройство жертвы.

Некоторые фишинговые атаки носят комплексный характер, стремясь охватить как можно больше жертв, но другие носят узконаправленный характер и тщательно исследуются, чтобы украсть данные ценных персон. Однако фишинг не ограничивается электронной почтой: атаки всё чаще нацелены на мобильные устройства.

Атаки с использованием программ-вымогателей – это вредоносное ПО, преследующее финансовую цель. Злоумышленники отправляют сообщения с вредоносными вложениями, которые при загрузке шифруют определённые данные и файлы или весь компьютер. Затем злоумышленники требуют от жертвы выкуп, предоставляя или восстанавливая доступ к данным только после оплаты.

Атаки программ-вымогателей обошлись в 8 миллиардов долларов в 2018 году, из которых только 1 миллиард долларов был получен в виде выплат выкупа, а остальное – в виде ущерба репутации и упущенной выгоды из-за простоев.

Атака типа «отказ в обслуживании» (DoS), также известная как атака методом подбора паролей (от англ. brute force), предназначена для нарушения эффективной работы онлайн-сервиса. Обычно она происходит, когда злоумышленник перегружает веб-сайт трафиком или запросами, пытаясь перегрузить его системы и вывести его из строя. Более продвинутой формой DoS является распределённая атака типа «отказ в обслуживании» (DDoS), при которой злоумышленник получает контроль над несколькими компьютерами, чтобы создать перегрузку для своей цели. [5]

Атака типа «человек посередине» (MITM) позволяет злоумышленнику встать между целевой жертвой и онлайн-сервисами, к которым пользователь обращается. Например, злоумышленник создаёт поддельную сеть Wi-Fi с бесплатным доступом. Когда пользователь подключается к сети или входит в неё, злоумышленник может украсть его учётные данные и данные, используемые в сети.

Криптомайнинг происходит, когда злоумышленники берут под контроль компьютер, мобильное устройство или сервер для добычи онлайн-валюты или криптовалюты. Атаки с целью перехвата. Атака начинается с установки вредоносного ПО на компьютер или запуска кода JavaScript для проникновения в браузер пользователя.

Криптоджекинг преследует финансовую цель и позволяет оставаться незамеченным, используя вычислительные ресурсы для майнинга криптовалюты. Зачастую единственным признаком криптоджекинга является медленная или низкая производительность компьютера или слишком активные вентиляторы охлаждения.

Злоумышленники используют SQL -инъекцию для эксплуатации уязвимостей и получения контроля над базами данных. Многие веб-сайты и веб-приложения хранят данные в формате SQL и используют его для передачи пользовательских данных в базу данных. Если злоумышленник обнаружит уязвимость на веб-странице, он может выполнить SQL-инъекцию для получения учётных данных пользователя и начать сетевую атаку.

В некоторых случаях они могут изменять и добавлять данные в базе данных, удалять записи, переводить средства или даже атаковать внутреннюю сеть.

Атаки нулевого дня нацелены на уязвимости программного кода, которые ещё не обнаружены предприятием и, следовательно, не могут быть исправлены или устранены. Обнаружив уязвимость кода, злоумышленники создают лазейку, позволяющую им проникнуть в систему компании, даже не осознавая наличия проблемы. Затем они могут свободно собирать данные, красть учётные данные пользователей и расширять свой доступ внутри организации.

Злоумышленники часто могут оставаться активными в корпоративных системах, оставаясь незамеченными месяцами или даже годами. Эксплойты нулевого дня часто доступны в даркнете, часто приобретаемые государственными учреждениями для хакерских атак.

DNS-туннелирование – это атака, при которой злоумышленник использует протокол DNS для создания скрытого канала связи для передачи данных или команд, маскируя их под обычные DNS-запросы и ответы. Этот метод позволяет обойти сетевые защиты, так как DNS-трафик часто разрешен и не проверяется. Данные кодируются и внедряются в запросы, например, в виде субдоменов или TXT-записей, отправляясь на сервер злоумышленника, который затем извлекает их и отправляет команды.

Как предотвратить кибератаки?

Кибератаки будут становиться всё более частыми и изощрёнными. Хорошая новость заключается в том, что организации могут предпринять шаги для минимизации риска, например:

1. Занять проактивную позицию, а не просто обнаруживать атаки и реагировать на них.
2. Защитить свою организацию от всех возможных векторов атак.
3. Использовать новейшие технологии реагирования и предотвращения угроз.
4. Убедиться, что у вас есть новейшие системы анализа киберугроз.
5. Убедиться, что сотрудники понимают, какие методы могут использовать хакеры, чтобы попытаться взломать ваши системы.

Заключение

В рамках данной работы был проведён обзор основных аспектов кибератак, их классификация и распространённые виды методов злоумышленников. Актуальность темы обусловлена растущей угрозой киберпреступлений для деловых и личных данных в современ-

ном цифровом мире. В ходе исследования были выявлены ключевые типы кибератак, такие как вредоносное ПО, фишинг, программы-вымогатели, DDoS-атаки, MITM, криптоджекинг, SQL-инъекции, эксплойты нулевого дня и DNS-туннелирование. Были проанализированы их особенности, цели и методы реализации, что позволило понять многообразие угроз и их потенциальное воздействие на организации. Также рассмотрены основные меры профилактики и защиты, повышающие устойчивость информационных систем. Проведённый анализ подтверждает необходимость внедрения современных средств защиты и формирования осознанной культуры информационной безопасности для снижения рисков кибератак. Таким образом, работа демонстрирует актуальную проблему информационной безопасности и способствует развитию знаний о способах их предотвращения, что соответствует поставленным целям исследования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кручинин, Д. В. Анализ современных киберугроз и методов защиты информационных систем / Д. В. Кручинин, А. А. Степанов, Е. Л. Федотова // Информационно-управляющие системы. – 2020. – № 4. – С. 88-96. – DOI: 10.31799/1684-8853-2020-4-88-96.
2. Петренко, С. А. Кибербезопасность и киберзащита: основные атаки и методы противодействия / С. А. Петренко, А. В. Бурилов // Транспортное дело России. – 2021. – № 2. – С. 112-115.
3. Shuba, A. V. Machine Learning Methods for Detecting DDoS Attacks in Software-Defined Networking / A. V. Shuba, N. O. Borisova, T. K. Konstantinov // Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications (JoWUA). – 2022. – Vol. 13, No. 2. – P. 118-130. – DOI: 10.58346/JOWUA.2022.I2.009.
4. Скоркин, А. В. Социальная инженерия: методы атак и защита от них / А. В. Скоркин, М. Д. Измайлов. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 198 с. – ISBN 978-5-97060-835-9.
5. Патент на изобретение № 2759142 С1 Российская Федерация, МПК H04L 9/40. Способ защиты от DDoS-атак : № 2021105884 : заявл. 08.03.2021 : опубл. 13.11.2021 / А. С. Смирнов, И. П. Волков ; заявитель Акционерное общество «Лаборатория Касперского».

УДК 004.032.26:519.6

Кармазин Матвей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Karmazin Matvey Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Дмитрий Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Frolov Dmitry Olegovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ MATHEMATICAL MODELING OF ENERGY CONSUMPTION IN MOBILE REAL-TIME SYSTEMS

Аннотация. Статья посвящена оптимизации энергопотребления в мобильных системах реального времени (MCPV). Цель – разработка математической модели для оценки энергозатрат в зависимости от вычислительной нагрузки и управления ресурсами. Предложена модель на основе марковских цепей, адекватно описывающая динамику энергопотребления. Проведенный вычислительный эксперимент подтвердил работоспособность модели. Практическая значимость заключается в возможности использования модели на этапе проектирования для оценки энергоэффективности алгоритмов планирования.

Abstract. The article is devoted to the optimization of energy consumption in mobile real-time systems (MRTs). The goal is to develop a mathematical model for estimating energy consumption depending on the computational load and resource management. A Markov chain-based model is proposed that adequately describes the dynamics of energy consumption. A computational experiment has confirmed the model's effectiveness. The practical significance lies in the possibility of using the model during the design phase to assess the energy efficiency of scheduling algorithms.

Ключевые слова: мобильные системы, реальное время, энергопотребление, математическая модель, марковские процессы.

Key words: mobile systems, real-time, energy consumption, mathematical model, Markov processes.

Введение

Современные мобильные и встраиваемые устройства (беспилотные аппараты, робототехнические комплексы, медицинские мониторинговые системы) работают в режиме реального времени и предъявляют высокие требования к энергоэффективности из-за ограниченной ёмкости аккумуляторов [1]. Актуальность исследования обусловлена противоречием между растущей вычислительной сложностью приложений и медленным развитием аккумуляторных технологий.

Существующие подходы к моделированию энергопотребления делятся на детерминированные (точные, но архитектурно-зависимые) и стохастические (универсальные, но не всегда учитывающие специфику реального времени).

Цель работы – разработка математической модели энергопотребления МСРВ, учитывающей стохастическую нагрузку и политику управления ресурсами. Задачи:

1. Анализ компонентов мобильной платформы и ключевых факторов энергопотребления.
2. Формальное описание системы через набор состояний с различным уровнем энергозатрат.
3. Построение модели на основе марковских цепей.
4. Реализация имитационной модели для верификации.
5. Проведение вычислительного эксперимента и анализ результатов.

Основная часть

Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривается абстрактная, но репрезентативная мобильная платформа, типичная для современных МСРВ. Платформа включает в себя следующие ключевые компоненты: многоядерный процессор с поддержкой динамического управления напряжением и частотой (DVFS), подсистему оперативной памяти, различные периферийные устройства, среди которых наиболее энергоёмкими являются модули беспроводной связи (Wi-Fi, сотовый модем) и сенсорный дисплей. Для целей моделирования основное внимание уделяется процессору и модулям связи как основным потребителям.

Был выбран подход, основанный на теории марковских процессов, а именно на использовании непрерывной марковской цепи (Continuous-Time Markov Chain – СТМС). Данный выбор обусловлен тем, что марковские модели позволяют эффективно описывать системы, в которых переходы между состояниями носят случайный характер и зависят только от текущего состояния системы, что хорошо коррелирует с поведением МСРВ при обработке потока задач.

Модель описывает систему как конечный автомат, находящийся в одном из дискретных состояний $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$. Каждое состояние S_i характеризуется определенным режимом работы основных компонентов и соответствующим ему статическим уровнем энергопотребления P_i (в ваттах или условных единицах мощности).

На основе анализа типичных сценариев работы МСРВ были выделены следующие основные состояния:

- S_{idle} – режим глубокого простоя: процессор в состоянии сна, беспроводные модули отключены. Энергопотребление минимально.

- S_active_low – низкая активность: процессор на пониженной частоте, обработка фоновых задач. Модули связи периодически активны.
- S_active_high – высокая активность: процессор на максимальной частоте, обработка сложных расчетов в условиях пиковой нагрузки.
- S_comm – активная передача данных: основной потребитель – модуль связи (например, передача видео или телеметрии), процессор может быть слабо загружен.

Переходы между состояниями происходят с определенными интенсивностями λ_i , которые образуют матрицу интенсивностей переходов. Эти интенсивности определяются двумя основными факторами: статистическими характеристиками входящего потока задач (который моделируется пуассоновским потоком с интенсивностью Λ) и политикой планировщика заданий, который принимает решения о перераспределении ресурсов.

Для расчета среднего энергопотребления системы за достаточно большой промежуток времени T используется формула стационарного распределения марковской цепи. Сначала находится вектор стационарных вероятностей $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, где π_i – вероятность нахождения системы в состоянии S_i в установившемся режиме. Этот вектор находится из решения системы уравнений:

$$\pi Q = 0, \sum_{i=1}^n \pi_i = 1, \quad (1)$$

где Q – инфинитезимальная матрица (матрица интенсивностей переходов).

Затем средняя мощность рассчитывается как математическое ожидание:

$$P_{avg} = \sum_{i=1}^n \pi_i P_i. \quad (2)$$

Численные значения мощностей P_i для каждого состояния были заданы на основе обобщенных данных из технической документации (datasheet) на современные мобильные процессоры архитектуры ARM Cortex-A серий. Для верификации модели была создана ее дискретно-событийная имитационная модель на языке Python с использованием библиотек `pumpy`, `scipy.stats` и `matplotlib`. Моделирование проводилось с переменным шагом по времени, соответствующим наступлению событий (поступление задачи, завершение задачи, изменение состояния системы).

Результаты

В результате формализации задачи был построен граф состояний предложенной марковской модели. Граф отражает все возможные переходы между состояниями системы и визуализирует логику ее работы (рисунок 1). Каждой дуге графа сопоставлена интенсивность перехода λ_{ij} , вычисляемая на основе параметров потока задач и выбранной политики планирования (в данной работе использовалась политика Earliest Deadline First – EDF).

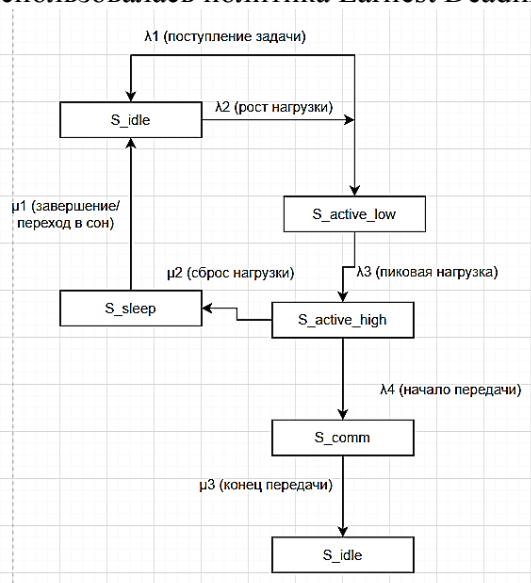


Рисунок 1 – Граф состояний модели энергопотребления МСРВ

Был проведен серийный вычислительный эксперимент. Целью эксперимента была проверка адекватности модели и оценка ее чувствительности к изменению входных парамет-

ров. Основным варьируемым параметром была интенсивность входящего потока задач Λ . Время моделирования для каждого прогона составляло $T=100000$ условных единиц времени для достижения стационарного режима работы системы. В таблице 1 представлены основные результаты расчета среднего энергопотребления P_{avg} для пяти различных значений интенсивности нагрузки [2].

Таблица 1 – Зависимость среднего энергопотребления от интенсивности нагрузки

№ прогона	Интенсивность потока задач, Λ , задач/ед. времени	Рассчитанное среднее энергопотребление, P_{avg} , усл. ед.	Примечание
1	0,1	0,98	Очень низкая нагрузка, система преимущественно в <i>SidleSidle</i>
2	0,5	1,45	Низкая нагрузка
3	1,0	2,20	Средняя нагрузка
4	2,0	3,82	Высокая нагрузка
5	3,0	4,65	Очень высокая нагрузка, система близка к насыщению

Для наглядности результаты из таблицы 1 были представлены в виде графика зависимости $P_{avg}(\Lambda)$ (рисунок 2). График демонстрирует нелинейный характер роста энергопотребления. На участке от $\Lambda=0.1$ до $\Lambda=1.0$ рост близок к линейному, что соответствует постепенному увеличению времени пребывания в активных состояниях. При дальнейшем увеличении нагрузки ($\Lambda>2.0$) рост замедляется, так как система большую часть времени находится в состоянии *Sactive_high* и дальнейшее увеличение количества задач лишь незначительно увеличивает энергопотребление за счет затрат на переключения контекста [3].

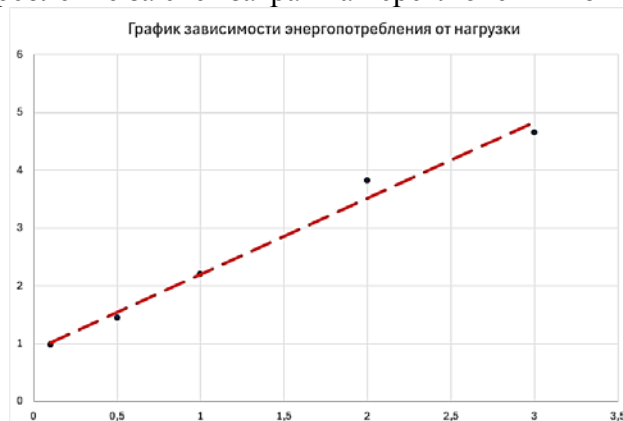


Рисунок 2 – График зависимости среднего энергопотребления от интенсивности нагрузки

Обсуждение

Полученные результаты позволяют утверждать, что предложенная марковская модель адекватно отражает качественный и количественный характер энергопотребления МСРВ. Нелинейный вид зависимости $P_{avg}(\Lambda)$, показанный на рисунке 2, соответствует физическим ожиданиям и данным, приводимым в других исследованиях. На начальном этапе рост нагрузки приводит к пропорциональному увеличению энергозатрат, так как система переходит из режима простоя в активные режимы. Однако при приближении к максимальной пропускной способности системы рост энергопотребления насыщается, так как все ресурсы уже задействованы [4].

Сравнение с результатами других исследований. Предложенная модель находится в русле современных тенденций использования стохастических методов для моделирования компьютерных систем. Ее преимуществом по сравнению с более простыми линейными моделями является учет дискретного характера состояний системы и затрат энергии на переходы между ними. По сравнению с более сложными имитационными моделями, требующими детального описания микроархитектуры процессора, данная модель обладает большей уни-

версальностью и требует для параметризации меньше исходных данных, что делает ее удобной для использования на ранних стадиях проектирования.

Возможные объяснения и ограничения. Наиболее существенным ограничением модели является ее зависимость от точности задания параметров. Интенсивности переходов λ_{ij} и значения мощностей P_i должны быть получены для конкретной аппаратной платформы путем натурных измерений или из достоверных технических спецификаций. Это может потребовать дополнительных исследований. Кроме того, в текущей версии модели не учитывается в явном виде влияние температуры на эффективность работы процессора, что может приводить к некоторому занижению оценок энергопотребления при длительных пиковых нагрузках.

Возможным объяснением небольших расхождений с данными экспериментальных работ может служить упрощение, связанное с моделью потока задач. В реальности поток задач может иметь более сложную корреляционную структуру (не быть чисто пуассоновским), а сами задачи могут иметь переменную вычислительную сложность, что не учтено в текущей модели.

Несмотря на указанные ограничения, модель представляет собой хороший компромисс между сложностью и адекватностью и может служить эффективным инструментом для сравнительного анализа [5].

Заключение

В данной работе была проведена исследовательская деятельность, направленная на достижение поставленной цели – разработку математической модели энергопотребления мобильных систем реального времени (МСПВ), учитывающей стохастическую нагрузку и политику управления ресурсами.

Авторами был успешно реализован комплекс задач, сформулированных для достижения цели. В ходе работы был проведен детальный анализ компонентов типичной мобильной платформы и ключевых факторов, влияющих на ее энергопотребление. На основе этого анализа было выполнено формальное описание системы через набор дискретных состояний с различным уровнем энергозатрат. Центральным результатом исследования стало построение математической модели на основе теории непрерывных марковских цепей (СТМС), которая позволяет описывать стохастический характер поведения МСПВ.

Для верификации предложенной аналитической модели авторами была разработана и реализована имитационная модель. В рамках вычислительного эксперимента была исследована зависимость среднего энергопотребления от интенсивности входящего потока задач. Полученные результаты наглядно продемонстрировали нелинейный характер этой зависимости, включающий этапы линейного роста и последующего насыщения, что полностью соответствует теоретическим ожиданиям и подтверждает адекватность модели.

Таким образом, в работе было доказано, что предложенный марковский подход является эффективным инструментом для моделирования энергопотребления МСПВ. Было выявлено, что данная модель обеспечивает корректный качественный и количественный анализ, занимая удачное промежуточное положение между излишне упрощенными линейными моделями и чрезмерно сложными архитектурно-зависимыми симуляторами. Разработанная модель может быть рекомендована для использования на ранних стадиях проектирования систем для прогнозирования

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dynamic Power Management in Mobile Devices / T. Simunic, L. Benini, P. Glynn, G. De Micheli // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. – 2001. – Vol. 20. – № 5. – P. 696-711. – DOI 10.1109/43.920390.
2. Моделирование и оценка энергопотребления в беспроводных сенсорных сетях / Д. В. Ануфриев, А. А. Камалян, И. А. Лысенко [и др.] // Труды СПИИРАН. – 2015. – № 2 (39). – С. 5-30. – DOI 10.15622/sp.39.1. – EDN UQACLB.
3. A System-Level Model for Runtime Power Estimation on Mobile Devices / Y. Wang, R. G. Ma, K. G. Shin // Proceedings of the 2013 IEEE/ACM/IFIP International Conference on Hard-

ware/Software Codesign and System Synthesis (CODES+ISSS). – Montreal, QC, Canada, 2013. – P. 1-10. – DOI 10.1109/CODES-ISSS.2013.6659005.

4. Патент на изобретение № 2763321 С1 Российская Федерация, МПК G06F 1/32. Способ управления энергопотреблением мобильного устройства и мобильное устройство: № 2021112835: заявл. 03.05.2021: опубл. 27.12.2021 / А. В. Абрамов, С. И. Петров, Д. А. Сидоров; заявитель Публичное акционерное общество «Сбербанк России». – EDN ZQKQYB.

5. Energy Management in Mobile Devices with the Cinder Operating System / A. Roy, S. M. Rumble, R. S. Stutsman, P. Levis, N. Zeldovich, M. F. Kaashoek // Proceedings of the 8th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST). – San Jose, CA, 2011. – P. 17-31.

УДК 004.9:621.7

Квашнин Александр Евгеньевич, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kvashnin Alexander Evgenievich, postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ СОВМЕЩЕННОМ ПРОЦЕССЕ ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ
В ЛИТЕЙНО-КОВОЧНОМ МОДУЛЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА
MODELING OF THERMAL AND DEFORMATION PROCESSES IN A COMBINED
CASTING AND DEFORMATION PROCESS IN A VERTICAL CASTING
AND FORGING MODULE**

Аннотация. В работе рассматривается новая кинематическая схема литейно-ковочного модуля. Представлены результаты вычислительных экспериментов в задаче об изготовлении полосы из сплава алюминия обработанного давлением с низким содержанием примесей на литейно-ковочном модуле. Получены значения температуры и параметров напряженно-деформированного состояния, так же была реализована программа для визуализации полученных физических параметров в заготовке.

Abstract. The paper considers a new kinematic scheme of the casting and forging module. A numerical method for solving problems of deformation of a viscoplastic metal with temperature-dependent properties has been developed. The results of computational experiments in the problem of manufacturing a strip from an aluminum alloy of treated pressure with a low content of impurities on a casting and forging module are presented. The values of temperature and parameters of the stress-strain state were obtained, and a program for visualizing the obtained physical parameters in the workpiece was also implemented.

Ключевые слова: математическое моделирование, кристаллизатор, литейно-ковочный модуль, деформация заготовки, тепловые процессы.

Key words: mathematical modeling, crystallizer, casting and forging module, workpiece deformation, thermal processes.

Введение

Технологии совмещённого литья иковки металлов исследуются по всему миру в таких странах как Китай, Германия, Тайвань, Россия. Одним из отечественных направлений в исследовании технологий совмещенного литья иковки в одном устройстве берёт своё начало с работ профессора В.И. Одинокова, предложившего оригинальное устройство, способное объединить процессы литья иковки [1]. Это решение стало первым патентом для многочисленных последующих исследований и разработок в данной области.

Литейно-ковочный модуль (ЛКМ) представляет собой конструктивное решение для получения непрерывно-литых деформированных заготовок (НЛДЗ). Идея совмещения в одном устройстве процессов литья и деформации посредством применения кристаллизатора с подвижными стенками принадлежит профессору В.И. Одинокovu [1]. Впоследствии самим В.И. Одинокovым и его многочисленными учениками было предложено большое количество

модификаций ЛКМ. В настоящей работе представлены результаты моделирования процесса изготовления алюминиевой полосы на устройстве [2], кинематическая схема которого имеет отличия от основополагающего устройства [1].

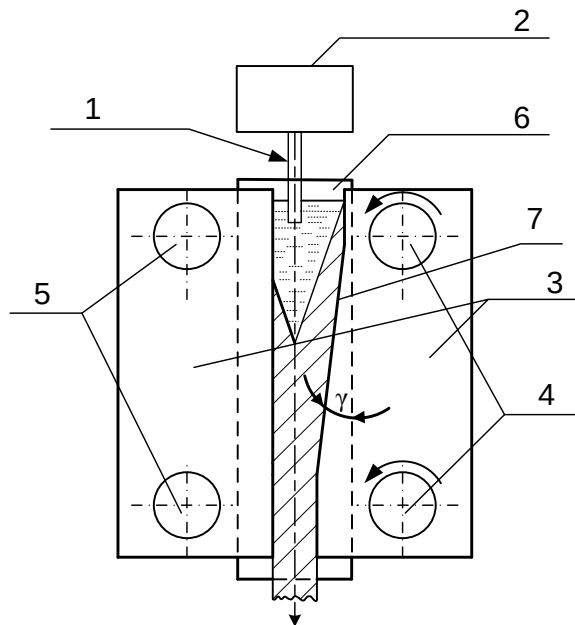
Математическая модель и алгоритм численного решения

Последним достижением в сфере объединения процессовковки и литья стала разработка установки [2]. Ее конструкция значительно отличается от прототипа [1], что требует изучения особенностей протекания температурно-деформационных процессов в готовых изделиях. Получаемые знания необходимы для успешного решения инженерных задач, возникающих при эксплуатации данного оборудования.

Установка [2] (рисунок 1) включает следующие элементы:

- Разливочный ковш 2, оборудованный стаканом 1, предназначенный для транспортировки расплава в кристаллизатор.
- Кристаллизатор вертикального типа, содержащий: рабочие бойки 3 с наклонными частями 4, образующими угол γ , служащие для первичного охлаждения и первичной деформации расплава.
- Участки калибрования 5, задающие форму поперечному профилю заготовки.
- Выступы 6 внизу бойков, создающие дополнительную деформацию металла.
- Дополнительную пару вертикальных бойков 7 с конусообразными элементами 8 шириной b , длиной l и высотой δ , предназначенные для дополнительного воздействия на боковую поверхность изделия.
- Эксцентриковые приводы 9, передающие возвратно-поступательные движения бойкам.

Процесс функционирования установки состоит в следующем: расплавленный металл подается из ковша через погружной стакан в полость кристаллизатора. Там он последовательно проходит зоны: жидкую фазу, промежуточную зону (расплав плюс твердая оболочка) и твердую фазу. Под воздействием движений бойков, вызванных работой эксцентриков, осуществляется дополнительная деформация боковой поверхности заготовки. Боковые бойки оснащены коническими выступами, усиливающими деформацию и уплотняющими поверхностные слои изделия. Заготовка постепенно продвигается вниз, проходя полный цикл затвердевания и выходя из кристаллизатора в готовом виде с необходимым профилем.



1 – погружной стакан; 2 – разливочный ковш; 3 – вертикальный кристаллизатор с наклонной поверхностью; 4 – эксцентриковый вал; 5 – эксцентрики, повернутые относительно 4 на 180° ; 6 – бойковая плита; 7 – наклонный участок

Рисунок 1 – Схема конструкции ЛКМВ нового типа

Форма боковых бойков различна: правая сторона оснащена наклонным элементом 7, левая – прямым. Бойки синхронно двигаются благодаря эксцентрикам, расположенным с поворотом на 180 градусов относительно друг друга. Такое расположение способствует равномерному движению бойков вверх-вниз, обеспечивая качественную обработку заготовки и поддерживая стабильность технологического цикла. Так как верхний и нижний приводные валы 4 синхронны то бойковая плита 3 описывает окружность общее уравнение имеет вид (1), а для искоемых x и y имеет вид (2)

$$(x - (x_0 - e))^2 - (y - y_0)^2 = e^2 \quad (1)$$

$$x(\alpha) = (x_0 - e) + e \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$y(\alpha) = (y_0) + e \cdot \sin \alpha$$

где x – искомое значение;
 y – искомое значение;
 x_0 – начальное значение горизонтальной координаты границы бойковой плиты 3;
 y_0 – начальное значение вертикальное координаты границы бойковой плиты 3;
 e – разница эксцентриковых валов;
 α – угол поворота ведущего эксцентрикового вала.

Расчёт температурно-деформационных процессов осуществлялся методом конечно-разностного численного анализа, заимствованным из публикации [3]. Для расчётов использовались следующие геометрические и физические параметры: длина первой части элемента $l_1 = 45$ мм, ширина второй части $e_2 = 10$ мм, общая длина второго участка $l_2 = 60$ мм, внутренний радиус $R_1 = 50$ мм, суммарная ширина участков $2b = 64$ мм, высота первого слоя $h_1 = 8$ мм, толщина стенки $e_1 = 3$ мм, начальная высота $h_0 = 32$ мм, скорость вращения приводных валов $n = 100 \text{ мин}^{-1}$, плотность материала $\rho_m = 30 \text{ кг/м}^3$. Физико-механические свойства исследуемого металлического сплава характеризуются следующим образом: удельная теплоёмкость равна $10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0.49 - 0.00046 \cdot \theta + 0.00026 \cdot \theta^2 \text{ Вт/(м} \cdot \text{K)}$, плотность $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Проведённые исследования показывают, что применяемый метод обладает значительными преимуществами по сравнению с традиционными технологиями. За счёт повышения уровня сжимающих усилий достигается значительное улучшение структуры готового изделия, уменьшение пористости и устранение дефектов сплошности, таких как поры, трещины и полости.

Графическое представление результатов представлено на рисунке 2, где отображены поля температуры при углах поворота приводного вала $\alpha = 30^\circ$, $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$.

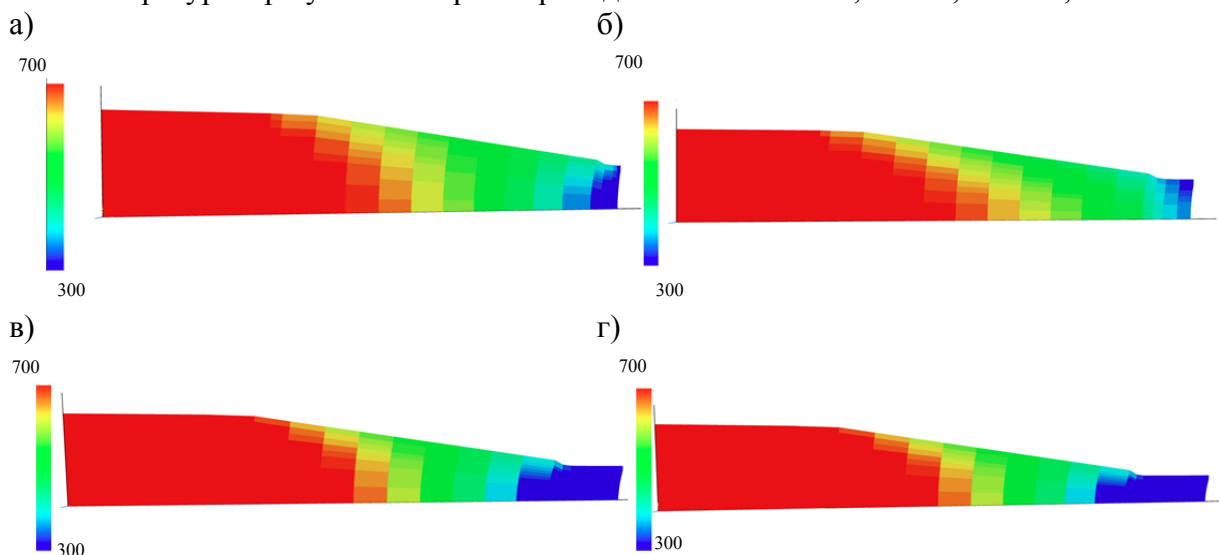


Рисунок 2 – Распределение температуры:
а – шаг 1. $\alpha = 30^\circ$; б – шаг 1. $\alpha = 30^\circ$; в – шаг 1. $\alpha = 30^\circ$; г – шаг 1. $\alpha = 30^\circ$

Из рисунка 2 видно, что по мере сближения бойка, жидкая зона металла выжимается, а зона твердого металла увеличивается в объеме по сравнению с жидкой.

На рисунке 3 представлено гидростатического напряжения σ , при углах поворота приводного вала $\alpha = 30^\circ$, $\alpha = 60^\circ$, $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$.

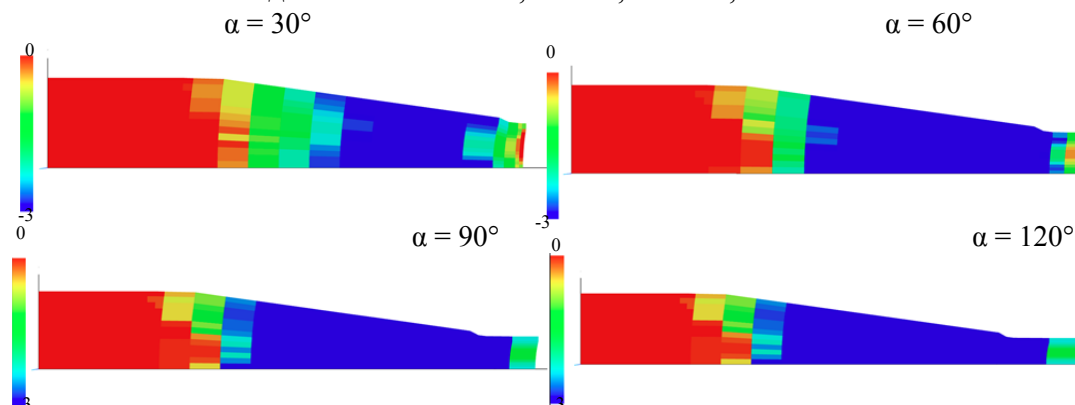


Рисунок 3 – Представление гидростатического напряжения σ в сечении $x_3 = 0$

Заключение

В ходе выполненной работы были разработаны теоретические основы и проведено компьютерное моделирование процессов совмещенного литья иковки в литейно-ковочном модуле вертикального типа. В ходе исследования была разработана уникальная кинематическая схема модуля, позволяющая интегрировать этапы литья и деформации в единую технологическую цепочку.

В ходе исследования было доказано, что применение разработанного технического решения позволяет значительно повысить производительность процесса и обеспечить стабильное получение качественной продукции.

Исследования показали, что создание условий для поддержания давления в зоне перемещения металла способствует увеличению интенсивности сдвиговых воздействий, что оказывает положительное влияние на устранение дефектов структуры и обеспечение высоких прочностных показателей готовой продукции. Проведенный анализ распределений напряжений подтвердил наличие режима всесторонней сжатия, который обеспечивает повышение прочности и долговечности изготавливаемых изделий.

Обобщив результаты проведенных исследований, можно заключить, что разработанная методика и оборудование открывают значительные перспективы для эффективного применения в современной металлургии и машиностроении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 2041011 С1 Российская Федерация, МПК В22D 11/051, В22D 11/04. устройство для непрерывного литья заготовок : № 92007791/02 : заявл. 24.11.1992 : опубл. 09.08.1995 / В. И. Одинокоев ; заявитель ИМиМ ДВО РАН.
2. Патент № 2769679 С1 Российская Федерация, МПК В22D 11/051. Устройство для получения непрерывнолитых деформированных заготовок : № 2021123605 : заявл. 05.08.2021 : опубл. 05.04.2022 / В. И. Одинокоев, А. И. Евстигнеев, Э. А. Дмитриев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО КНАГУ.
3. Математическое моделирование сложных технологических процессов / В. И. Одинокоев, Б. Г. Каплунов, А. В. Песков, А. В. Баков. – Москва : Наука, 2008. – 176 с.
4. Кроха, В. А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации. Справочник / В. А. Кроха. – Москва : Машиностроение, 1980. – 160 с.
5. Моделирование технологического процесса получения непрерывных металлоизделий на литейно-ковочном модуле новой модификации / В. И. Одинокоев, Э. А. Дмитриев, Д. А. Потяхин [и др.] // Математическое моделирование. – 2023. – Т. 35, № 2. – С. 15-29. – DOI 10.20948/mm-2023-02-02.

УДК 699.8

Кириллова Анна Алексеевна, студент, Российский университет транспорта
Kirillova Anna Alekseevna, student, Russian University of Transport

Манджиев Баир Андреевич, студент, Российский университет транспорта
Mandzhiev Bair Andreevich, student, Russian University of Transport

Петрачков Максим Игоревич, студент, Российский Университет Транспорта
Petrachkov Maxim Igorevich, student, Russian University of Transport

Постный Евгений Викторович, инженер 1 категории, АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений»

Postnyy Evgeny Viktorovich, first rank engineer, Central Scientific Research and Project Experimental Institute of Industrial Buildings and Constructions

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ANALYSIS OF THE CAUSES OF BUILDING STRUCTURES ACCIDENTS

Аннотация. В статье представлено комплексное исследование причин аварий и обрушений строительных конструкций на основе анализа более 200 реальных случаев. Особое внимание уделяется системным нарушениям технологических процессов строительства, которые являются причиной 59 % всех аварий. В работе наиболее детально рассмотрены типичные ошибки монтажа, несоблюдение проектных решений и низкий контроль качества, приводящие к катастрофическим последствиям. Предложена классификация повреждений по отдельным видам конструкций и механизмам разрушения, а также практические рекомендации по совершенствованию нормативной базы и методов контроля качества строительства.

Abstract. The article presents a comprehensive study of the causes of accidents and collapses of building structures based on the analysis of more than 200 real cases. Particular attention is paid to systemic violations of technological construction processes, which cause 59 % of all accidents. The work examines in most detail typical installation errors, non-compliance with design solutions and poor quality control, leading to catastrophic consequences. A classification of damage by individual types of structures and destruction mechanisms is proposed, as well as practical recommendations for improving the regulatory framework and methods of quality control of construction.

Ключевые слова: аварии, строительные конструкции, обрушение, прогрессирующее разрушение, коррозия, ошибки проектирования.

Key words: accidents, building structures, collapse, progressive failure, corrosion, design errors.

Введение

Середина XX века ознаменовалась пересмотром норм проектирования строительных объектов с акцентом на детальный учет фактических нагрузок и условий эксплуатации. Однако данные подходы зачастую не отражали комплексный характер рисков, связанных с одновременным действием техногенных, природных и человеческих факторов. Рост масштабов строительства, появление новых материалов, объемно-планировочных и конструктивных решений, увеличение ответственности сооружений требуют углубленного анализа причин аварий. Статистика показывает, что ежегодно в мире происходит значительное количество аварий строительных конструкций, многие из которых приводят к человеческим жертвам и существенным материальным потерям. Особую актуальность эта проблема приобретает в условиях интенсивной урбанизации и развития инфраструктуры. Несмотря на совершенствование нормативной базы и методов расчета, сохраняется высокий процент аварийности, обусловленный системными нарушениями на различных этапах жизненного цикла зданий и сооружений. В работе систематизированы данные более 200 аварий строительных конструкций (1960 – 1991 гг.). Целью данной работы является систематизация ключевых факторов обрушений и предложение практических рекомендаций по совершенствованию нормативной базы и методов контроля качества строительства. Для достижения этой цели были решены следующие задачи: проведен анализ статистических данных по авариям, классифицированы ос-

новые типы повреждений конструкций, выявлены доминирующие причины обрушений и разработаны предложения по повышению безопасности строительства.

Основная часть

В таблице 1 приведены источники, из которых были взяты данные по авариям. Следует отметить, что в настоящее время, статистические данные по авариям зачастую являются закрытой информацией и могут быть не опубликованы.

Таблица 1 – Данные по авариям в зданиях

Издание	Количество аварий	Данные по годам	Типы зданий
1. Обзорная информация об авариях зданий и сооружений, их частей и конструктивных элементов, происшедших в 1986-1987гг. Ю.В. Бейлензон, Н. С. Беляев, 1990 г.	161	1986 – 1987	Общественные, жилые производственные
2. Анализ причин обрушений зданий и сооружений. Е. Н. Богданова, 1991 г.	28	1960 – 1987	Общественные, жилые производственные
3. Аварии жилых зданий. Б. В. Сендеров, 1991 г.	28	1961 – 1991	Жилые

Как показали исследования, 86 % аварий связаны с нарушениями на этапах проектирования и строительства. Наиболее уязвимыми элементами являются железобетонные плиты перекрытий (30 % случаев), кирпичные стены и столбы (25 %) и металлоконструкции (20 %). Наглядно распределение аварий по типам конструкций представлено на рисунке 1.

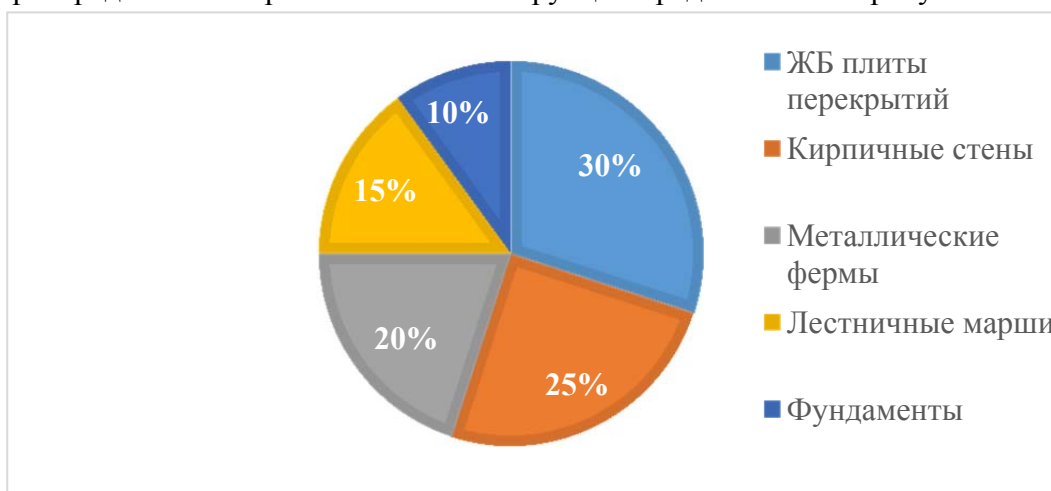


Рисунок 1 – Распределение аварий по типам конструкций в процентах

Характерные дефекты строительных конструкций

Повреждения железобетонных плит перекрытий часто приводят к авариям из-за коррозии арматуры, что снижает несущую способность конструкции. Аварии также возникают от чрезмерных нагрузок, превышающих расчетные значения [3, 4].

Кирпичные стены могут иметь недостаточную прочность, например, из-за отсутствия армирования, что приводит к появлению трещин. Под воздействием циклического замораживания и оттаивания кладка деградирует, расширение замерзающей воды в порах и трещинах материала создает внутреннее давление и со временем вызывает разрушение кладки.

Металлические фермы часто подвержены деформациям вследствие ошибок при сварке соединений, а также из-за действия динамических нагрузок, вызывающих усталость материала.

Фундаменты же наиболее уязвимы к проседанию грунта и морозному пучению, которые нарушают их целостность и устойчивость всего здания.

Неправильное закрепление лестничных маршей также может стать причиной аварии.

В таблице 2 представлены повреждения наиболее встречающихся конструкций, в результате которых возникали аварии в зданиях. Каждый из этих дефектов требует своевременного выявления и устранения, чтобы сохранить надежность конструкций.

Таблица 2 – Повреждения отдельных видов конструкций

Тип конструкции	Вид повреждения	Основные причины
Железобетонные плиты перекрытий и покрытий	Обрушение, прогибы, трещины, выпадение плит	Перегрузка, коррозия арматуры, дефекты монтажа
Кирпичные стены и столбы	Потеря несущей способности, выпадение кладки	Перегрузка, замораживание и оттаивание кладки, отсутствие армирования
Металлоконструкции	Коррозия, обрушение при пожаре, разрушение сварных швов	Коррозия, усталость металла, динамические нагрузки
Лестничные марши	Обрушение, разрушение опор	Неправильное крепление, вибрации, коррозия арматуры
Стеновые панели	Выпадение, отрыв, трещины	Ошибки монтажа, коррозия закладных, температурные деформации
Фундаменты	Проседание, разрушение блоков	Замачивание грунта, пучение, вибрации
Балконы/козырьки	Обрушение плит, разрушение ограждений	Коррозия арматуры, нарушение гидроизоляции
Покрытия (кровли, фермы)	Обрушение, деформация, прогиб	Снеговые нагрузки, коррозия, усталость материалов

Ключевые причины обрушений

Анализ более 200 аварий выявил три группы причин:

1. Проектные ошибки (27 % случаев).

Проектные ошибки занимают второе место по частоте среди причин аварий строительных конструкций, среди которых следует отметить:

- недостаточный учет реальных нагрузок;
- ошибки в конструктивных решениях;
- нарушения других нормативных требований.

2. Нарушения технологии строительства (59 % случаев).

Анализ аварийных ситуаций выявил, что большая часть всех обрушений связана с грубыми нарушениями строительных технологий. Можно выделить несколько ключевых направлений:

- замена материалов без согласования (например, замена железобетонных колонн на кирпичные столбы в 18 % случаев);
- уменьшение сечения арматуры (до 30 % от проектного значения в отдельных случаях);
- изменение конструктивных схем (неправильное опирание плит, отсутствие связей);
- некачественная сварка металлоконструкций (в 58 % обследованных аварий сварные швы не соответствовали нормам);
- низкое качество строительно-монтажных работ.

3. Эксплуатационные факторы (14 % случаев).

Эксплуатационные причины составляют меньшую долю аварий, но часто приводят к катастрофическим последствиям. Частыми ошибками являются: неправильная эксплуатация, которая включает превышение расчетных нагрузок (в 38 % случаев), несанкционированные перепланировки (демонтаж несущих стен) и использование помещений не по назначению, отсутствие технического обслуживания. К данным причинам также отнесены чрезвычайные ситуации, например, пожары (35 % аварий промышленных объектов), затопления (особенно подвальных помещений), а также техногенные аварии [5].

Следует отметить, что аварии в зданиях могут быть различного характера:

- локальное обрушение конструкции или участка пролета, которое не приводит к прогрессирующему обрушению всего здания или его части;
- прогрессирующее обрушение всего здания или его части.

Современные требования, установленные в СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия» и СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения» направлены на снижение риска возникновения аварии в зданиях.

Заключение

В проделанной работе был проведен комплексный анализ более 200 случаев аварий и обрушений строительных конструкций. Авторам удалось систематизировать ключевые причины катастроф, выделив три основные группы: проектные ошибки (27 %), нарушения технологии строительства (59 %) и эксплуатационные факторы (14 %). Было выявлено, что подавляющее большинство аварий (86 %) связано с дефектами, закладываемыми на стадиях проектирования и возведения объектов. Наиболее уязвимыми элементами признаны железобетонные плиты перекрытий, кирпичные стены и металлоконструкции. В результате исследования доказана необходимость ужесточения контроля за соблюдением технологических процессов и проектных решений. В качестве практических мер предложено создание открытой базы данных аварий для анализа их причин профессиональным сообществом, а также активное внедрение цифровых моделей зданий (BIM) на всех этапах жизненного цикла объекта для повышения контроля и прогнозирования рисков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Совершенствование объёмно-планировочных и конструктивных решений большепролетных многоэтажных зданий на примере гаражей-стоянок со стальным каркасом / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. – 2017. – № 3. – С. 103-107. – EDN ZIOFDT.
2. Кодыш, Э. Н. Одноэтажные производственные здания с эксплуатируемыми площадями в межферменном пространстве / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – № 6. – С. 28-31. – EDN XRHQFF.
3. Критерии для оценки категории технического состояния железобетонных колонн, ригелей, балок и ферм / В. С. Федоров, Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш, И. А. Терехов // Строительство и реконструкция. – 2023. – № 3(107). – С. 58-69. – DOI 10.33979/2073-7416-2023-107-3-58-69. – EDN ZTABZK.
4. Терехов, И. А. Критерии оценки технического состояния железобетонных плит при коррозии арматуры / И. А. Терехов // Строительство и реконструкция. – 2022. – № 6(104). – С. 128-139. – DOI 10.33979/2073-7416-2022-104-6-128-139. – EDN YGOOMW.
5. Нормирование в области демонтажа и утилизации конструкций зданий и сооружений / Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш, И. А. Терехов, А. А. Кондратьев // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 8-2(83). – С. 156-160. – DOI 10.24412/2500-1000-2023-8-2-156-160. – EDN UZUFKY.

УДК 550.34

Кириллова Анна Алексеевна, студент, Российский университет транспорта

Kirillova Anna Alekseevna, student, Russian University of Transport

Коршунова Ирина Сергеевна, старший преподаватель, Российский университет транспорта

Korshunova Irina Sergeevna, senior lecturer, Russian University of Transport

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ И СЕЙСМОКОЛЕБАНИЯ SEISMIC WAVES AND SEISMIC OSCILLATIONS

Аннотация. Статья рассматривает развитие методов сейсмического проектирования зданий и сооружений, начиная с пересмотра нормативов и перехода к динамическому расчету. Также в данной статье рассматривается происхождение землетрясений, их механизмы и влияние на конструкции здания. Основное внимание уделяется сейсмическим волнам и воздействиям, их видам, характеристикам, а также методам их расчета. Также статья рассматривает разви-

тие методов сейсмического проектирования зданий и сооружений, начиная с пересмотра нормативов и перехода к динамическому расчету.

Abstract. The article discusses the development of seismic design methods for buildings and structures, starting from the revision of standards and the transition to dynamic analysis. In this article we discuss the origin of earthquakes, their mechanisms, and their impact on buildings structures. The work is primarily focused seismic waves and their effects, including their types, characteristics, and methods of calculation.

Ключевые слова: землетрясения, акселерограмма, скорость, сейсмика, импульсы, волны.

Key words: earthquakes, accelerations, speed, seismics, impulses, waves.

Введение

Землетрясения остаются одной из наиболее разрушительных природных катастроф, угрожающих инфраструктуре и жизни людей. Несмотря на значительные достижения в сейсмологии и строительстве, проектирование устойчивых к сейсмическим воздействиям зданий и сооружений требует более точных методов оценки динамических нагрузок.

Целью работы является анализ недостатков действующих упрощенных динамических методов расчета сейсмических воздействий и обоснование необходимости внедрения более точных и совершенных методов, которые бы полнее учитывали все особенности и сложность реального сейсмического воздействия.

В середине 50-х годов нормы проектирования зданий и сооружений и сейсмические воздействия были пересмотрены, а в их основу был заложен принцип динамического расчета, что явилось большим шагом вперед. Однако принятый тогда и действующий сейчас динамический подход основывается на упрощенных методах, не отражающих все особенности сейсмического воздействия. Это обстоятельство являлось вынужденным, так как многое было еще неясно, и резкий переход от статической теории расчета к учету всех особенностей явления, затруднил бы внедрение прогрессивных идей. Теперь положение значительно изменилось, широкие круги инженеров-проектировщиков хорошо освоили динамический метод расчета, и поэтому введение новых уточнений будет легко и естественно восприниматься инженерным сообществом. Остановимся на анализе некоторых известных фактов.

Основная часть

Как известно, наиболее многочисленными и сильными являются землетрясения тектонического происхождения. Вследствие разрывов и взаимных смещений отдельных участков земной коры высвобождают огромную энергию, преобразующуюся в сейсмические волны. Эти волны распространяются из гипоцентра, порождая на поверхности сложные колебания за счет эффектов отражения, затухания и наложения различных типов волн (глубинных и поверхностных), движущихся с разными скоростями. В результате каждая точка поверхности совершает сложное трехмерное движение, пример траектории которого показан на рисунке 1.

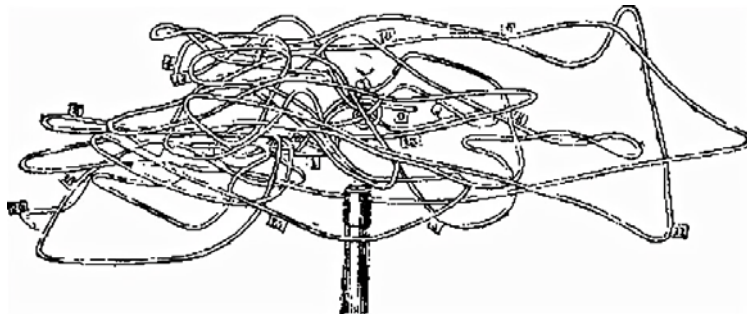


Рисунок 1 – Движение точки поверхности земли в пространстве

С точки зрения инженера-строителя, ключевой интерес при проектировании представляют не перемещения грунта, а вызываемые ими ускорения, которые регистрируются акселерографами. Запись ведется в трех взаимно перпендикулярных направлениях: вертикальном и двух горизонтальных (рисунок 2). Анализ акселерограмм показывает, что интенсивность ускорений в обоих горизонтальных направлениях обычно близка. Подобная карти-

на наблюдается на многих акселерограммах зарегистрированных землетрясений, и поэтому в практических задачах необходимо считаться с возможностью интенсивных колебаний в любом направлении.

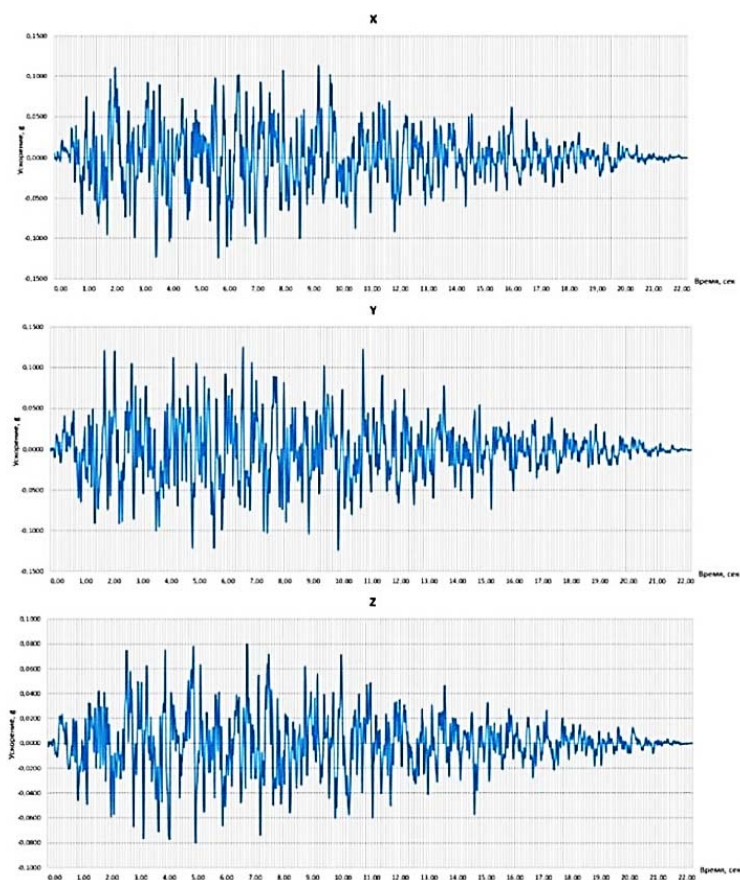


Рисунок 2 – Акселерограммы землетрясений
в трех взаимно перпендикулярных направлениях

Анализ записей (см. рисунок 2) показывает хаотичный характер сейсмических колебаний, не подчиняющихся четким математическим закономерностям. Разнообразие грунтовых условий и особенностей очагов землетрясений приводит к уникальности каждой акселерограммы. Несмотря на это, необходимо выявить общие закономерности для создания расчетного эталона сейсмического воздействия. Наиболее объективным подходом для решения этой задачи представляется использование статистических методов анализа.

Процесс сейсмоколебаний является нестационарным, однако в большинстве случаев сильных землетрясений его нестационарность в пределах наиболее интенсивной части процесса проявляется слабо, и поэтому, он может рассматриваться как случайный стационарный процесс. В этом случае его можно представить, как суммарное действие ряда гармонических кривых – движущийся пучок волн различной длины и частоты. Для оценки воздействия такого спектра на сооружение применяют два основных подхода: выделение доминирующих частот для анализа резонансных явлений или использование вероятностных методов расчета. Несмотря на более упрощенный подход к задаче, принимаемый в первом случае, он в то же время имеет существенные достоинства, состоящие, помимо его простоты, еще и в том, что позволяют более наглядно проследить механику процесса сейсмического воздействия на сооружения, а это в свою очередь облегчает критическую оценку получаемых результатов. Поэтому в дальнейшем в основном будем использовать именно этот путь.

Для более ясного представления о характере сейсмического воздействия рассмотрим некоторые акселерограммы известных землетрясений. Из анализа землетрясения в Эль-Центро (Калифорния, США), произошедшего 18 мая 1940 г., следует, что максимум ускорений за весь период землетрясения составлял примерно 0,22 g, а среднеквадратичное ускорение, полученное при статистической обработке участка наиболее интенсивных колебаний σ

= 0,07. Таким образом, максимум ускорений здесь достигал примерно 3 σ . В то же время официально интенсивно землетрясения в Эль-Центро была оценена в 7,5 балла, чему соответствует по нормам ускорение 0,0375 g, то есть даже меньше σ .

Для акселерограммы, полученной при землетрясении в Холлистере (Калифорния) 25 апреля 1954 г., $\sigma = 0,022$ g, максимум ускорения - 0,056 g, то есть в 2,64 раза больше σ , а балльность землетрясения оценена в шесть баллов. Для шестибалльного землетрясения в Пасадене 21 июля 1952 г., $\sigma = 0,02$ g, максимум ускорения 0,05 g, то есть в 2,5 раза больше σ . Другие акселерограммы реальных землетрясений также подтверждают, что между значениями максимума ускорений, его среднеквадратичной величиной и нормированным значением ускорения существует значительная разница.

Для выявления статистической связи между величиной σ и официально принимаемой оценкой балльности землетрясения, был построен график в координатах σ -балльность (рисунок 3), где нанесены характеристики приведенных выше и некоторых других землетрясений. Из рисунка видно, что оценка балльности землетрясений дает несколько заниженное представление о средней интенсивности колебаний грунта. Более правильным и объективным было бы, в качестве критерия балльности принимать зависимость K_c от средней интенсивности колебаний грунта, характеризуемой величиной σ , то есть принимать, что

$$K_c = \sigma/g, \quad (1)$$

где g – ускорение силы тяжести.

Однако, только характеристики землетрясения в виде σ недостаточно. При рассмотрении акселерограмм видим, что весьма характерной особенностью всех землетрясений является наличие отдельных «пиков» ускорений, значительно превосходящих основную часть колебательного процесса. Очевидно, что интенсивность и частота повторяемости «пиковых выбросов» ускорений также являются существенными факторами, характеризующими сейсмическую нагрузку.

Пики ускорений можно представить, как кратковременные импульсы, наложенные на стационарный случайный процесс. Для достоверной оценки сейсмической нагрузки необходимо анализировать реакцию конструкции не только на стационарное воздействие, но и с учетом серии импульсов различной амплитуды и длительности.

Колебания систем от действия каждого из импульсов накладываются, причем в общем случае эти колебания имеют различные фазы и динамический эффект сейсмического воздействия может как усиливаться, так и ослабляться. Учитывая это, можно предположить, что в среднем общий суммарный эффект таких импульсов будет близок к эффекту, вызываемому действием одиночного импульса.

Важным параметром характеристик сейсмических волн является их скорость распространения в грунте. Этот показатель тесно связан с периодами сейсмических волн и их длинами, а именно:

$$\lambda_i = T_i \cdot v \quad (2)$$

где λ_i и T_i – длина и период соответствующей i -той гармонической составляющей общего (суммарного) колебательного процесса грунта при землетрясении.

Сейсмологи выделяют три типа волн:

- продольные: наиболее быстрые, вызывают деформации сжатия-растяжения грунта;
- поперечные: скорость в 1,5 – 2 раза ниже продольных, вызывают деформации сдвига;
- поверхностные: наименее быстрые, возникают от взаимодействия первых двух типов.

Воздействие сейсмических волн с разными скоростями на верхние слои грунта создает крайне сложный процесс, что затрудняет выбор единой расчетной скорости волн для проектирования. Однако расчет протяженных сооружений как консольных стержней (рисунок 4) является менее точным, чем учет пространственной работы с введением конкретных значений скоростей, пусть и приближенных.

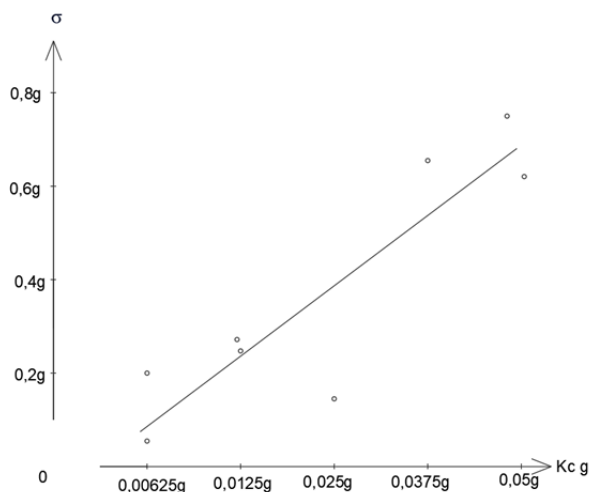


Рисунок 3 – Зависимость между стандартом ускорения и числом баллов землетрясения

Для практического применения рекомендуется использовать нормативные значения из таблицы 1.

Таблица 1 – Расчетные скорости распространения волн для соответствующих типов грунта

Тип грунтов	Скорость распространения волн, м/с
Скальные	1000 – 3000
Полускальные	1000 – 1500
Крупноскальные	800 – 1200
Песчаные и глинистые	400 – 800
Насыпные и почвенные	100 – 300
Обводненные	100 – 1000

Заключение

В результате проведенного анализа, было выявлено, что традиционные нормативные методы на основе балльной системы некорректно отражают реальные динамические нагрузки при землетрясениях, создавая определенные риски. Изучение акселерограмм демонстрирует, что переход к использованию среднеквадратичных значений ускорений повысит точность расчетов. Особое внимание следует уделить учету импульсных воздействий, поскольку пиковые ускорения могут многократно превышать нормативные показатели. Необходима разработка новых решений, устойчивых к комплексным динамическим воздействиям. Внедрение этих мер имеет важное социально-экономическое значение для сейсмоопасных регионов. Оно повысит надежность зданий и минимизирует ущерб.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Введение в проектирование технически сложных зданий и сооружений / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, Н. Г. Келасьев, И. А. Терехов. – Москва : Издательство АСВ, 2022. – 294 с. – ISBN 978-5-4323-0439-1. – EDN APULUG.
2. Основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений / К. С. Завриев, А. Г. Назаров, Я. М. Айзенберг [и др.]. – Москва : Стройиздат, 1970. – 224 с.
3. Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом / Я. М. Айзенберг, Э. Н. Кодыш, И. К. Никитин [и др.]. – Москва : Ассоциация строительных вузов, 2012. – 264 с. – ISBN 978-5-93093-840-1. – EDN QNPWLH.
4. Михайлова, С. С. Конструктивные требования при строительстве в сейсмических районах в Европейском союзе, США и Китае / С. С. Михайлова, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VIII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Ком-

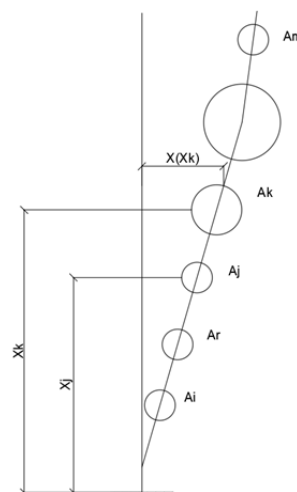


Рисунок 4 – Расчетная схема здания в виде консольного стержня

сомольск-на-Амуре, 07–11 апреля 2025 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 498-501. – EDN VQVWWM.

5. Михайлова, С. С. Конструктивные требования при строительстве в сейсмических районах в странах СНГ / С. С. Михайлова, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VIII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 апреля 2025 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 501-505. – EDN ICAUVU.

УДК 004.056.53

Косицын Владимир Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kositsyn Vladimir Dmitrievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

БУДУЩЕЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: КАК НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕНЯТ ЗАЩИТУ ДАННЫХ

THE FUTURE OF CYBERSECURITY: HOW NEW TECHNOLOGIES WILL CHANGE DATA PROTECTION

Аннотация. Статья посвящена исследованию эволюции кибербезопасности в условиях активного внедрения новых технологий, таких как искусственный интеллект, блокчейн, квантовые вычисления и Интернет вещей. Определены главные вызовы, стоящие перед защитой данных, предложены новаторские решения и подчеркнута необходимость интегрирования современных технических достижений в системы информационной безопасности. Описаны актуальные угрозы и рассмотрены механизмы улучшения криптографической защиты и обнаружения атак.

Abstract. This article explores the evolution of cybersecurity amid the rapid adoption of new technologies, such as artificial intelligence, blockchain, quantum computing, and the Internet of Things. It identifies the key challenges facing data protection, proposes innovative solutions, and emphasizes the need to integrate modern technological advances into information security systems. It describes current threats and discusses mechanisms for improving cryptographic protection and attack detection.

Ключевые слова: кибербезопасность, защита данных, искусственный интеллект, блокчейн, квантовые вычисления.

Key words: cybersecurity, data protection, artificial intelligence, blockchain, quantum computing.

Введение

Актуальность исследования обусловлена быстрым развитием и широким внедрением генеративного искусственного интеллекта (GenAI), создающего новые риски и угрозы для информационной безопасности. Отчет Thales 2025 Data Threat Report подчеркивает, что цифровая среда становится все более нестабильной и непредсказуемой. Преимущества технологий GenAI сопровождаются проблемами безопасности, поскольку его широкое распространение нередко опережает необходимые защитные меры, создавая угрозу для важнейших данных. Специалисты по кибербезопасности испытывают трудности в освоении новых архитектур, основанных на искусственном интеллекте (ИИ), и ищут пути укрепления защитных систем.

Цель работы состоит в изучении текущего состояния и тенденций развития подходов к защите данных в период интенсивного внедрения генеративного искусственного интеллек-

та. Основное внимание уделяется влиянию GenAI на глобальную кибербезопасность, оценке текущих рисков и выработке предложений по повышению надежности механизмов защиты от утечек и несанкционированного доступа.

Данная тема пока недостаточно разработана, учитывая быстрые изменения в цифровизации и сложность современной экосистемы угроз. Современные исследования сосредоточены главным образом на общих аспектах кибербезопасности и традиционных инструментах защиты. Специальные рекомендации, касающиеся конкретного воздействия генеративного искусственного интеллекта, остаются слабо изученными, что усиливает потребность в дальнейшем исследовании и создании эффективных решений для всесторонней защиты данных.

Основная часть

В ближайшем будущем на кибербезопасность окажут влияние усложнение технологий, геополитическая напряженность и появление все более хитрых кибернетических угроз. В настоящее время отмечается рост атак, использующих стандартные внутренние операции компаний, известные как «атаки living-off-the-land». Эти методы позволяют злоумышленникам скрываться под видом обычной сетевой активности, уклоняясь от традиционных систем обнаружения. В связи с усилением геополитической напряженности ожидается, что спонсируемые государствами хакерские группы будут чаще использовать эти методы для длительного присутствия в инфраструктуре компаний, особенно в критически важных секторах.

Одновременно растут риски, связанные с распространением искусственного интеллекта. Особенно тревожным является использование дипфейков – убедительных поддельных видео, с помощью которых преступники могут имитировать действия и речь руководителей компаний, оформлять поддельные соглашения и вымогать крупные суммы денег. С широкой доступностью генеративного искусственного интеллекта возрастает риск масштабного мошенничества, основанного на социальной инженерии. Это требует от компаний пересмотра методов проверки и усиления контроля над коммуникациями.

При этом искусственный интеллект играет двоякую роль: с одной стороны, он служит инструментом для преступников, а с другой – является важным компонентом современной киберзащиты. В системах безопасности ИИ и машинное обучение используются для анализа больших объемов данных в режиме реального времени, выявления аномалий, прогнозирования поведения угроз и автоматизации реагирования на инциденты. Однако такая автоматизация также создает новые уязвимости, в том числе в данных, на которых обучаются модели. Европейское законодательство уже реагирует на эти проблемы, требуя полной прозрачности в отношении обработки информации, используемой в системах искусственного интеллекта.

В условиях активного внедрения облачных и мульти облачных инфраструктур компании сталкиваются с дополнительными рисками. Перенос данных между облаками, использование гибридных сред, подключение устройств Интернета вещей – все это создает сложные и динамичные поверхности атак. Незарегистрированные и часто незащищенные теневые данные приводят к утечкам и увеличению расходов. Согласно отчетам, треть нарушений в 2024 году была связана именно с такими данными, что затрудняло их обнаружение и увеличивало стоимость инцидентов. Классификация, визуализация и автоматизированная защита данных на протяжении всего их жизненного цикла становятся крайне важными мерами.

В связи с этим все больше компаний переходят к архитектуре нулевого доверия (Zero Trust), которая предполагает, что ни один пользователь, устройство или процесс не является безопасным априори. Такой подход особенно важен в распределенных сетях, где традиционные модели защиты периметра теряют свою эффективность. Одновременно растет интерес к активной охоте за угрозами и наступательной безопасности – методам, которые предусматривают заблаговременное выявление уязвимостей до того, как они будут использованы злоумышленниками.

Не менее важным направлением является регулирование. Ужесточение нормативных требований, таких как GDPR, CCPA, DORA и другие, требует от компаний глубокого пересмотра своих подходов к защите данных. Особое внимание уделяется управлению цепочками поставок – как программного, так и аппаратного обеспечения. Концепция спецификации

программного обеспечения расширяется за рамки традиционного программного обеспечения и включает приложения на основе ИИ и модели машинного обучения. Для таких решений требуются новые стандарты прозрачности, отслеживания происхождения компонентов и контроля над обновлениями.

Ещё одной серьёзной проблемой ближайшего будущего являются квантовые вычисления, способные поставить под угрозу надёжность традиционных механизмов шифрования. Организации постепенно внедряют постквантовую криптографию, готовясь к возможным атакам, которые ещё не проявились, однако вполне вероятны в ближайшее десятилетие. Одновременно развиваются блокчейн-решения, обеспечивающие верификацию целостности данных и формирование доверенных цифровых связей.

Данные остаются ключевым цифровым активом, ценность которого постоянно растёт, одновременно повышая требования к уровню их защиты. Надёжная система управления рисками и обеспечение устойчивости ИТ-инфраструктуры приобретают статус обязательных элементов успешной корпоративной стратегии. Компании, своевременно адаптировавшиеся к изменениям в технологическом ландшафте и активно применяющие передовые практики защиты данных, смогут существенно снизить вероятность значительных финансовых и репутационных потерь, укрепить свои конкурентные позиции и уверенно развиваться даже в условиях постоянных угроз и быстро меняющихся условий цифровой среды.

Заключение

Исследование посвящено вопросам современной кибербезопасности в эпоху активного внедрения генеративного искусственного интеллекта. Выявлены ключевые угрозы, обусловленные использованием продвинутых техник атак («living-off-the-land»), созданием глубоких подделок (дипфейков), ростом сложности мультиоблачной инфраструктуры и появлением потенциальных квантовых угроз традиционному шифрованию.

Анализ показал ограниченность традиционных подходов к обеспечению безопасности и подчеркнул необходимость принятия принципиально новых мер, таких как переход к архитектуре нулевого доверия (Zero Trust), применение постквантовой криптографии, развитие систем мониторинга и идентификации аномальных действий, а также улучшение процессов классификации и защиты данных на всём жизненном цикле.

Особое внимание уделено роли правовых норм и стандартам прозрачности в сфере обработки данных и использования искусственного интеллекта. Подчеркнуто значение международного сотрудничества и координации в разработке соответствующих регламентов и нормативных актов.

Результатом исследования стала разработка конкретных рекомендаций по укреплению корпоративной кибербезопасности, охватывающих внедрение новейших технологий и совершенствование методик управления рисками. Работа направлена на создание устойчивых стратегий защиты данных в условиях нарастающей динамики цифровых угроз и обеспечивает компаниям возможность успешно противостоять современным вызовам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Forbes Tech Council // forbes.com : электронный журнал. – Нью-Йорк, 2024 – . – URL: <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/09/25/data-security-and-the-future-of-cybersecurity> (дата обращения: 22.09.2025). – Режим доступа: свободный.
2. CIO Magazine // cio.com : онлайн-издание. – Сан-Франциско, 2025 – . – URL: <https://www.cio.com/article/4058010/outpacing-risk-how-ai-quantum-and-cloud-are-reshaping-data-security-today.html> (дата обращения: 22.09.2025). – Режим доступа: свободный.
3. CIO Magazine // cio.com : онлайн-издание. – Сан-Франциско, 2025 – . – URL: <https://www.cio.com/article/4058010/outpacing-risk-how-ai-quantum-and-cloud-are-reshaping-data-security-today.html> (дата обращения: 22.09.2025). – Режим доступа: свободный.
4. Всемирный экономический форум // weforum.org : международный портал. – Женева, Швейцария, 2023 – . – URL: <https://www.weforum.org/stories/2023/03/trends-for-future-of-cybersecurity> (дата обращения: 22.09.2025). – Режим доступа: свободный.

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ LOAD FORECASTING METHODS IN DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS

Аннотация. В работе рассматривается актуальная проблема прогнозирования нагрузки в современных облачных инфраструктурах. Стремительный рост цифровых сервисов и облачных вычислений сопровождается высокой изменчивостью ресурсов, что делает точное предсказание использования ресурсов критически важным для обеспечения эффективности, масштабируемости и надёжности сервисов. Особое внимание уделяется необходимости применения передовых методов прогнозирования, способных учитывать нелинейные зависимости и динамические изменения рабочих нагрузок, которые традиционные статистические подходы не всегда способны корректно моделировать.

Abstract. This paper examines the pressing issue of load forecasting in modern cloud infrastructures. The rapid growth of digital services and cloud computing is accompanied by highly variable resources, making accurate resource usage forecasting critical to ensuring service efficiency, scalability, and reliability. Particular attention is paid to the need to apply advanced forecasting methods capable of accounting for nonlinear dependencies and dynamic changes in workloads, which traditional statistical approaches are not always able to accurately model.

Ключевые слова: прогнозирование нагрузки, распределённые вычислительные системы, временные ряды, моделирование, устойчивость системы.

Key words: load forecasting, distributed computing systems, time series, modeling, system stability.

Введение

Прогнозирование нагрузки играет ключевую роль в обеспечении эффективной работы распределённых вычислительных систем. Оно позволяет заблаговременно оценить будущие требования к вычислительным ресурсам, обеспечивая тем самым рациональное распределение задач и предотвращение перегрузок отдельных компонентов системы. Особенно актуальна эта задача в условиях постоянно растущего объёма данных и усложнения архитектуры современных ИТ-инфраструктур, таких как облачные платформы и микросервисные архитектуры.

Проблема прогнозирования нагрузки становится ещё острее в гетерогенных системах, где разнотипные устройства и программное обеспечение создают дополнительные трудности для точного определения будущих потребностей в ресурсах. Таким образом, эффективное прогнозирование нагрузки напрямую влияет на производительность, доступность и устойчивость всей системы [1].

Цель данного обзора – рассмотреть основные методы прогнозирования нагрузки в распределённых вычислительных системах, проанализировать их преимущества и ограничения, а также определить направления дальнейших исследований в этой области.

Основная часть

Описание проблемы

Балансировка нагрузки в распределённой вычислительной среде представляет собой сложную задачу, связанную с необходимостью обеспечить равномерное распределение задач между доступными ресурсами. Проблема усугубляется наличием большого количества разнотипных устройств и платформ, работающих одновременно в одной системе. Кроме того, непредсказуемые изменения в характере поступающей нагрузки делают эту задачу ещё сложнее [2].

Одним из подходов к её решению является прогнозирование будущей нагрузки на узлы системы. Такой подход позволяет заранее подготовить необходимые ресурсы и предот-

вратить ситуации, когда отдельные компоненты оказываются перегружены, что негативно сказывается на общей производительности системы.

Традиционные статистические методы

Традиционно для прогнозирования нагрузки применяются классические статистические методы, такие как линейная регрессия, экспоненциальное сглаживание и ARIMA-модели. Эти методы эффективны при стабильном характере нагрузки и небольшом количестве изменяющихся факторов. Однако они плохо справляются с резкими изменениями и нелинейностями в поведении нагрузки.

Преимущества: простота реализации, низкая вычислительная сложность.

Недостатки: ограниченность в применении к сложным сценариям, неспособность учитывать сложные корреляции и нелинейности.

Машинное обучение и глубокое обучение

Современные методы машинного обучения и глубокого обучения предлагают более гибкий подход к прогнозированию нагрузки. Нейронные сети, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и сверточные нейронные сети (CNN), способны эффективно обрабатывать временные ряды и распознавать скрытые закономерности в данных.

Особенное значение приобретают методы, основанные на градиентном спуске, такие как метод наименьших квадратов и стохастический градиентный спуск. Эти методы обеспечивают высокую точность прогнозирования, особенно в сложных и многомерных сценариях.

Преимущества: высокая точность прогнозирования, способность работать с большими объемами данных и сложными зависимостями.

Недостатки: высокие требования к вычислительным ресурсам, необходимость больших объемов обучающих данных [3].

Экспертные методы и гибридные подходы

Экспертные методы прогнозирования основаны на использовании знаний и опыта специалистов для создания прогнозов. Эти подходы часто применяются в дополнение к формализованным методам, что позволяет учитывать уникальные особенности конкретных систем и их поведения.

Гибридные методы, в свою очередь, объединяют разные подходы к прогнозированию, что позволяет повысить точность и надежность результатов. Например, сочетание классических статистических методов с технологиями машинного обучения помогает достичь баланса между простотой реализации и точностью прогнозов.

Ключевыми преимуществами таких методов являются возможность учитывать специфику системы и адаптироваться к уникальным условиям. Однако существуют и недостатки: субъективность мнений экспертов и сложность интеграции различных подходов.

Методы прогнозирования нагрузки находят применение в самых разных областях. Среди ключевых задач можно выделить следующие:

- балансировка нагрузки в облачных системах;
- оптимизация энергопотребления в центрах обработки данных;
- управление потоками задач в высокопроизводительных вычислительных системах;
- обеспечение автоматической масштабируемости сервисов в режиме реального времени.

Эти подходы позволяют снизить затраты, повысить качество обслуживания пользователей и улучшить эффективность использования ресурсов [4].

На практике методы прогнозирования нагрузки успешно применяются крупнейшими ИТ-компаниями. Например, Google использует технологии машинного обучения для оптимизации работы своих дата-центров, что позволяет снизить энергозатраты и увеличить их производительность. Amazon Web Services внедряет системы автоматического масштабирования на основе прогнозирования нагрузки, что повышает устойчивость сервисов и снижает расходы клиентов. В Microsoft Azure реализованы инструменты для прогнозирования спроса на ресурсы, которые помогают клиентам эффективнее управлять виртуальными машинами и контейнерами.

Оценка эффективности различных методов

В ходе эксперимента была проведена оценка эффективности различных методов прогнозирования с использованием синтетического временного ряда длиной 500 точек. Этот ряд моделировал характер нагрузки на вычислительный кластер, включая регулярные колебания, отражающие периодичность нагрузки, и случайные всплески, имитирующие резкий рост числа запросов. Прогнозирование выполнялось на 20 шагов вперёд с применением четырёх методов. Первый метод – линейная регрессия, представляющая собой классический статистический подход. Второй метод – ARIMA, основанный на авторегрессии с интегрированным скользящим средним, который учитывает тренды и сезонные изменения. Третий метод – рекуррентная нейронная сеть (LSTM), способная анализировать долгосрочные зависимости во временных рядах. Четвёртый метод – гибрид ARIMA и RNN, где ARIMA использовалась для прогнозирования тренда, а RNN для моделирования остаточных компонентов. Для оценки точности прогнозов применялись две метрики: среднеквадратичная ошибка (MSE), которая акцентирует внимание на крупных отклонениях, и средняя абсолютная ошибка (MAE), более устойчивая к выбросам. Итоговые результаты эксперимента, отражающие качество прогнозирования для каждого из методов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Метод	MSE	MAE	Особенности
Линейная регрессия	15.2	3.1	Улавливает общий тренд, не справляется с резкими изменениями
ARIMA	12.7	2.8	Лучше моделирует цикличность, но снижает точность при всплесках
RNN (LSTM)	6.8	1.9	Эффективно прогнозирует нелинейные зависимости и всплески
ARIMA + RNN (гибридный)	5.9	1.7	Демонстрирует наилучшие результаты за счёт объединения подходов

Заключение

Авторы провели глубокое исследование существующих подходов к прогнозированию нагрузки в распределенных вычислительных средах. Была изучена значимость этой проблемы, выявили ключевые сложности, обусловленные нестабильной нагрузкой и разнородностью аппаратного оборудования. Выяснилось, что классические статистические модели вроде линейной регрессии и ARIMA хорошо работают лишь при условии плавных изменений рабочей нагрузки, однако сталкиваются с трудностями при предсказании быстрых скачков и сложной динамики процессов. Авторами установлено, что современные технологии машинного и глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети, демонстрируют большую точность прогнозов в условиях высокой вариативности и многокомпонентных сценариев, хотя требуют больших вычислительных мощностей и качественного набора тренировочных данных.

Анализ показал, что наиболее эффективными оказываются комбинированные стратегии, объединяющие преимущества традиционных статистических моделей и современных алгоритмов машинного обучения. Также была подчеркнута важность учета специфики конкретных систем путем интеграции экспертных оценок. Итоговым выводом исследования стало утверждение, что грамотное прогнозирование позволяет существенно повысить производительность, доступность и надежность распределенных систем, а перспективы дальнейших исследований связаны с созданием ещё более гибких и точных инструментов прогнозирования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фраленко, В. П. Средства, методы и алгоритмы эффективного распараллеливания вычислительной нагрузки в гетерогенных средах / В. П. Фраленко, А. Ю. Агроник // Программные системы: теория и приложения. – 2015. – Т. 6, № 3(26). – С. 73-92. – EDN UJZVGX. (дата обращения: 25.09.2025).

2. Ваш ЦОД как на ладони // softline.ru: Группа компаний. – Дата обновления: 14.09.2018 – URL: <https://softline.ru/about/blog/vash-tsod-kak-na-ladoni> (дата обращения: 25.09.2025). – Режим доступа: свободный.
3. Федоров, А. А. Обзор методов управления вычислительными ресурсами в высоконагруженных системах / А. А. Федоров // Молодой ученый. – 2025. – № 20(571). – С. 48-50. – EDN QPIDSР. (дата обращения: 25.09.2025).
4. Application of machine learning with gradient descent method for load forecasting: a performance analysis // jesit.springeropen.com: электронный научный журнал. – Дата обновления: 01.08.2025 – URL: <https://jesit.springeropen.com/articles/10.1186/s43067-025-00246-5> (дата обращения: 25.09.2025). – Режим доступа: свободный.

УДК 004.8

Краснова Юлия Валерьевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Krasnova Yulia Valeryevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ЧАТ-БОТ ДЛЯ МЕССЕНДЖЕРОВ НА ЯЗЫКЕ PYTHON И ПЛАТФОРМЕ NODE.JS: ГЕНЕРАЦИЯ КОДА И АНАЛИЗ СООБЩЕНИЙ CHATBOT FOR MESSENGERS IN PYTHON LANGUAGE AND NODE.JS PLATFORM: CODE GENERATION AND MESSAGE ANALYSIS

Аннотация. В работе представлен прототип чат-бота, созданный с применением языка Python и платформы Node.js. Решение интегрировано с мессенджерами Telegram и WhatsApp, что обеспечивает удобство взаимодействия пользователей. Система выполняет задачи генерации кода, фиксации активности и автоматической обработки сообщений. В статье описаны архитектура решения, ключевые компоненты и развёртывание на выделенном сервере. Архитектура спроектирована так, чтобы поддерживать круглосуточный режим работы и масштабируемость при размещении на выделенном сервере. Показаны результаты тестирования на тестовых аккаунтах и чатах, сформулированы направления дальнейшего развития.

Abstract. The work presents a prototype of a chatbot created using the Python language and the Node.js platform. The solution is integrated with the Telegram and WhatsApp messengers, which ensures the convenience of user interaction. The system performs tasks of code generation, activity logging and automatic message processing. The article describes the architecture of the solution, key components and deployment on a dedicated server. The architecture is designed to support round-the-clock operation and scalability when deployed on a dedicated server. The results of testing on test accounts and chats are shown, and directions for further development are formulated.

Ключевые слова: чат-бот, генерация кода, анализ сообщений, Python, Node.js, мессенджер.

Key words: chatbot, code generation, message analysis, Python, Node.js, messenger.

Введение

Мессенджеры прочно вошли в повседневную жизнь и стали одной из ключевых платформ для общения, обмена информацией и организации рабочих процессов. Благодаря высокой скорости взаимодействия и доступности с мобильных устройств они вытесняют классические формы коммуникации, включая электронную почту.

На этом фоне возрастает потребность в автоматизации процессов обмена сообщениями, что делает чат-ботов важным инструментом не только для бизнеса, но и для образовательной и исследовательской сферы.

Современные боты способны выполнять интеллектуальные функции: анализировать запросы пользователей, генерировать фрагменты кода, отслеживать события и предоставлять

уведомления в режиме реального времени. Особый интерес представляет кросс-платформенность, позволяющая одной системе работать в нескольких мессенджерах одновременно. Это расширяет охват аудитории и упрощает администрирование сервисов.

Раннее вопросы разработки чат ботов поднимались в исследованиях [1, 2], что подтверждает актуальность выбранного направления.

Цель настоящей работы заключается в разработке прототипа чат-бота, интегрированного с мессенджерами Telegram и WhatsApp, обеспечивающего генерацию кода, фиксацию обращений к веб-ресурсам и автоматическую обработку сообщений. Для достижения поставленной цели решаются задачи: выбор инструментов разработки, создание архитектуры системы, реализация подсистем на языке Python [3] и платформе Node.js [4], а также проведение тестирования и развертывание решения на выделенном сервере.

Архитектура и инструменты

Система включает три уровня:

- пользователь и мессенджеры (Telegram, WhatsApp);
- сервис бота на языке Python, обрабатывающий команды и формирующий ответы;
- вспомогательные модули на Node.js для анализа текстов и подготовки данных, интегрированные с подсистемой логирования на сервере.

Взаимодействие с мессенджером Telegram реализовано через Bot API, с мессенджером WhatsApp – через официальные API-интерфейсы. Средства разработки: язык программирования Python 3.x, программная платформа Node.js 18+, система менеджмента процессов на сервере. Архитектура взаимодействия компонентов предоставлена на рисунке 1.

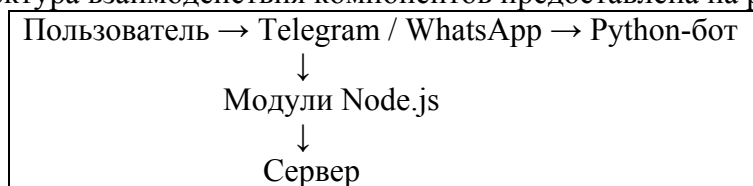


Рисунок 1 – Схема архитектуры чат-бота

Реализация

Основной бот, реализованный на Python, использует современную языковую модель (версия 4.5) для генерации кода и ответа на вопросы пользователей. Таким образом, чат-бот выполняет функции интеллектуального помощника. Дополнительно бот интегрирован с веб-ресурсами авторов: при каждом посещении сайта в тестовой среде в чат отправляется уведомление.

Для расширения функциональности реализованы модули на Node.js (версия 3.0), обеспечивающие анализ текстовых сообщений в чатах. Модули автоматически выделяют ключевые слова и ссылки, формируют статистику и при необходимости отправляют пользователю краткий ответ.

На листингах 1 – 5 приведены примеры реализации чат-бота и модулей от базового запуска бота, и анализа сообщений и формирование ответов модулей, а также интеграция с различными мессенджерами.

Листинг 1 – Реализация чат-бота на Python с обработчиком команды /start (библиотека aiogram)

```
from aiogram import Bot, Dispatcher, types
from aiogram.filters import Command
import asyncio, os
bot = Bot(token=os.getenv("BOT_TOKEN"))
dp = Dispatcher()
@dp.message(Command("start"))
async def cmd_start(message: types.Message):
    await message.reply("Привет! Я учебный бот.")
async def main():
    await dp.start_polling(bot)
if __name__ == "__main__":
    asyncio.run(main())
```

Листинг 2 – Фрагмент модуля анализа входящих сообщений на Node.js (observer.js,)

```
class ChatObserver {
  constructor(keywords = ["error", "todo"]) {
    this.keywords = keywords;
  }
  analyze(msg) {
    const text = (msg.text || "").toLowerCase();
    return this.keywords.filter(k => text.includes(k));
  }
}
module.exports = { ChatObserver };
```

Листинг 3 – Реализация модуля формирования ответов пользователю на Node.js (responder.js)

```
function buildReply(found) {
  if (found.length) return "► Ключевые слова: " + found.join(", ");
  return "Сообщение без триггеров.";
}
module.exports = { buildReply };
```

Листинг 4 – Серверный скрипт Node.js для интеграции анализа сообщений и генерации ответов (server.js)

```
const TelegramBot = require("node-telegram-bot-api");
const { ChatObserver } = require("./observer");
const { buildReply } = require("./responder");
const bot = new TelegramBot(process.env.TG_TOKEN, { polling: true });
const observer = new ChatObserver();
bot.on("message", msg => {
  const found = observer.analyze(msg);
  bot.sendMessage(msg.chat.id, buildReply(found));
});
```

Листинг 5 – Учебный каркас модуля интеграции чат-бота с мессенджером WhatsApp (Node.js, whatsapp-web.js)

```
const { Client, LocalAuth } = require("whatsapp-web.js");
function initWA(observer) {
  const client = new Client({ authStrategy: new LocalAuth() });
  client.on("ready", () => console.log("WhatsApp готов"));
  client.on("message", msg => observer.analyze({ text: msg.body }));
  client.initialize();
}
```

Тестирование

Для подтверждения устойчивости работы система развернута на выделенном сервере в Великобритании. На рисунке 2 представлен список активных процессов, выполняемых под управлением менеджера процессов pm2.

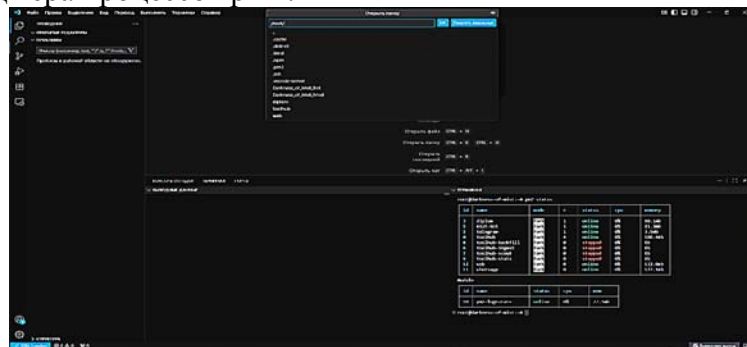


Рисунок 2 – Развёртывание чат-бота и модулей на выделенном сервере (pm2 status)

Видно, что одновременно функционируют несколько сервисов: основной Python-бот, модули на Node.js, а также отдельные вспомогательные компоненты. Это подтверждает возможность круглосуточного функционирования и масштабирования системы.

Эксперименты показали, что Python-бот корректно обрабатывает команды, генерирует код и отвечает на произвольные текстовые запросы, имитируя работу интеллектуального ассистента. Примеры диалогов приведены на рисунках 3 и 4.

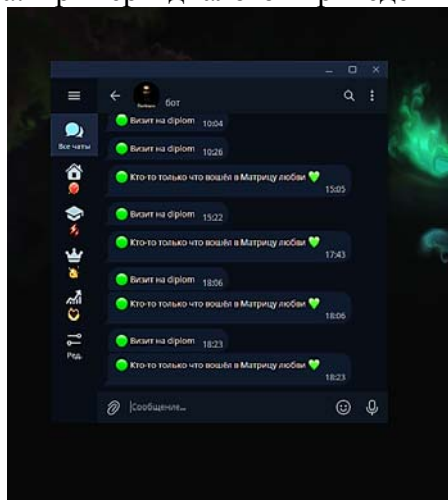


Рисунок 3 – Сообщение Python-бота с уведомлением о посещении сайта, полученное пользователем в личном чате мессенджера Telegram

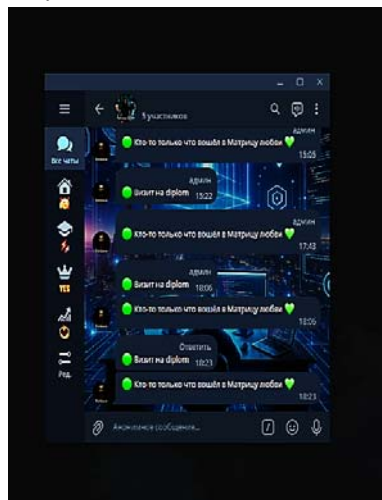


Рисунок 4 – Пример уведомления от Python-бота о переходах на сайты, отображающихся в групповом чате мессенджера Telegram

Модули Node.js обеспечили анализ сообщений в личных чатах, а также автоматическую реакцию на обнаруженные ключевые слова. В результате пользователь получает уведомления и подсказки непосредственно в мессенджере. Примеры диалогов приведены на рисунках 5 и 6.

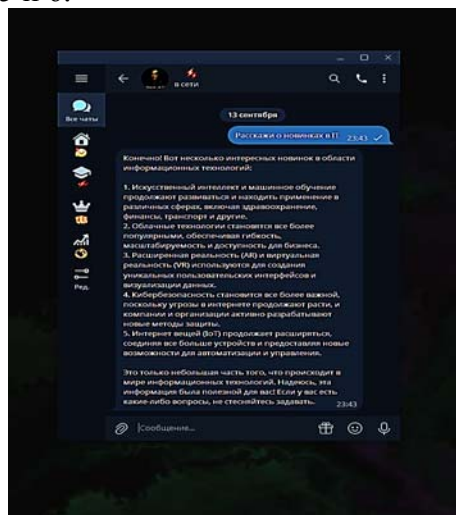


Рисунок 5 – Ответ чат-бота, реализованного на Node.js, в диалоге внутри Telegram

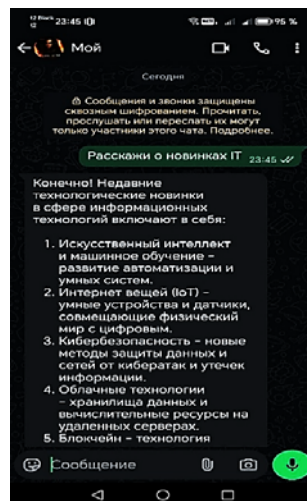


Рисунок 6 – Ответ того же чат-бота (Node.js) при работе в мессенджере WhatsApp

Результаты тестирования

Тестирование на личном аккаунте авторов подтвердило устойчивость и корректность работы. Система функционировала в круглосуточном режиме, обрабатывала сообщения без сбоев и сохраняла данные в базе для дальнейшего анализа.

Перспективы развития

В дальнейшем планируется развитие интеллектуальных возможностей подсистемы, расширение аналитических функций и интеграция с дополнительными сервисами. Это позволит повысить уровень автоматизации и применимость системы в образовательной и коммерческой среде.

Заключение

Разработанный прототип чат-бота показал высокую эффективность при решении задач автоматизации взаимодействия в мессенджерах. Система сочетает архитектурную гибкость, функциональную полноту и практическую ценность. Полученные результаты подтверждают перспективность применения подобных решений в различных сферах.

В работе было создано и протестировано комплексное решение на основе Python и Node.js, интегрированное с мессенджерами Telegram и WhatsApp. Авторами продемонстрирована возможность круглосуточного функционирования чат-бота, выявлены направления развития интеллектуальной подсистемы и подтверждена применимость подхода для образовательных и коммерческих задач.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ломака, А. А. Разработка и интеграция чат-ботов с веб-приложениями на Python и Django / А. А. Ломака, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11–12 декабря 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 327-330. – EDN UCVPIK.
2. Морозов, В. О. Разработка чат-бота «Уроки дизайна» / В. О. Морозов, М. Е. Щелкунова // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VIII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 апреля 2025 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 308-311. – EDN VPTNPX.
3. Куликов, И. В. Разработка чат-ботов: современные подходы и технологии : монография / И. В. Куликов. – Москва : Наука, 2020. – 215 с. – ISBN 978-5-02-040123-4. – Текст : печатный.
4. Жукова, Н. А. Интеллектуальные системы общения: теория и практика : учеб. пособие / Н. А. Жукова. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 284 с. – ISBN 978-5-4461-1700-2. – Текст : печатный.

УДК 004.6

Кузнецова Светлана Константиновна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuznetsova Svetlana Konstantinovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Магола Дмитрий Степанович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Magola Dmitry Stepanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО И ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ АНОМАЛЬНЫХ АКТИВНОСТЕЙ СЕТЕВОГО ТРАФИКА USING FRACTAL AND WAVELET ANALYSIS TO IDENTIFY ABNORMAL NETWORK TRAFFIC ACTIVITY

Аннотация. Произведен анализ интернет-трафика с использованием программного средства, предназначенного для мониторинга сетевого трафика, с акцентом на доленое участие различных прикладных и сетевых протоколов, при этом изменения в общем объеме трафика не учитывались. Подтверждается самоподобная природа трафика на основе результатов R/S-анализа и вейвлет-метода.

Abstract. An analysis of Internet traffic was performed using a software tool designed to monitor network traffic, with an emphasis on the participation of various application and network protocols, while changes in the total volume of traffic were not taken into account. The self-similar nature of the traffic was confirmed based on the results of R/S analysis and the wavelet method.

Ключевые слова: сетевой трафик, прикладные протоколы, сетевые протоколы, R/S-анализ, вейвлет-анализ.

Key words: network traffic, application protocols, network protocols, R/S analysis, wavelet analysis.

Введение

Актуальность исследования связана с необходимостью обеспечения устойчивой и безопасной работы корпоративных сетей в условиях появления новых сетевых угроз. Современные сети сталкиваются с разнообразными атаками, поэтому анализ интернет-трафика позволяет оперативно выявлять проблемы [1].

Цель работы – анализ статистических характеристик интернет-трафика университетской сети. Для этого нужно решить следующие задачи: собрать и обработать статистику с пограничного маршрутизатора, проанализировать объёмные и протокольные характеристики трафика, а также исследовать временные ряды на наличие самоподобия.

С помощью программного инструмента для мониторинга и анализа сетевого трафика была собрана статистика учреждения за период с 3 марта по 13 августа 2025 года с пограничного маршрутизатора. Полученные данные позволяют изучить структуру трафика и выявить характерные паттерны для последующего улучшения работы сети.

Результаты анализа данной статистики по первому порту представлены в таблице 1. В таблице указаны основные протоколы. Статистика по второму порту является зеркальным отражением статистики первого порта.

Таблица 1 – Статистика по первому порту

Месяц	Объем траффика (TB)		Прикладные протоколы (доля в %)								Сетевые протоколы (доля в %)							
			Un-known		http		https		imap		Un-known		tcp		udp		icmp	
	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out
Март	3.45	2.01	37	48	47	7	11	12	<1	27	37	48	60	48	2	3	<1	<1
Апрель	2.45	1.67	30	44	51	6	14	11	<1	34	30	44	67	52	3	3	<1	<1
Май	2.5	1.27	30	55	52	8	14	17	<1	13	30	55	68	40	3	4	<1	<1
Июнь	4.66	1.33	33	64	51	10	13	10	<1	<1	33	64	64	30	2	5	<1	<1
Июль	3.45	1.34	21	65	54	7	15	16	<1	<1	21	65	71	25	8	10	<1	<1
Август (по 13)	1.34	0.7	33	74	52	7	11	10	<1	<1	33	74	65	19	3	6	<1	<1
01.03-13.08	17.8	8.32	31	56	51	8	13	13	<1	15	31	56	66	39	4	5	<1	<1

Основная часть

Проанализировав данные в таблице видим, что суммарный интернет-трафик за последние полгода превышает 26 Тб. Несмотря на период отпусков в июле суммарный трафик не уменьшился по отношению к данным весенних месяцев (в среднем увеличился на 7,6 %), а по отношению к июню уменьшился на 20 %. В рассматриваемом периоде максимальный объем траффика был израсходован в июне (5.99 Тб), а минимальный в мае (3.77 Тб). Математическое ожидание суммарного траффика составляет 4.82 Тб в месяц или 161.13 Гб в день.

В следствии увеличения объема траффика (особенно в июне) в рассматриваемом периоде (март – август) увеличилось значение стандартного отклонения для входящего траффика с 61.9 Гб за период 01.03 – 31.05 до значения 200.23 Гб. Но рассматривая отдельно периоды 01.03 – 31.05 и 01.06 – 13.08, отклонение в котором составило 48.38 Гб, можно сделать вывод об отсутствии явных отклонений от «обычного» израсходования интернет-траффика, что также подтверждается анализом статистики за один последний месяц: для входящего траффика отклонение составило 3.5 Гб, а для исходящего – 739.44 Мб.

В летний период заметно уменьшилось использование протокола электронной почтой imap. Использование защищенного протокола https за весь период находится в одном диапазоне и в среднем составляет 13 % от общего траффика. Использование http по всему объему составляет около 30 % и значительные скачки в течении анализируемого периода не наблюдается. На 11 % увеличилось использование неизвестных анализатору протоколов при рассмотрении всего периода включая 13 дней августа, но, если рассматривать полные месяцы с марта по июль, значительных скачков нет [2]. Таким образом, рассматривая доленое участие различных протоколов (то есть не учитывая изменения в самом объеме траффика) можно сделать вывод о стабильности статистических показателей сетевого интернет-траффика [3].

Особенностью интернет-трафика является его высокая вариативность и сложная структура, которая часто демонстрирует устойчивые закономерности на разных временных масштабах. Одним из свойств таких данных является самоподобие – повторяемость структур на различных уровнях временного разрешения [4]. Для выявления и подтверждения самоподобной природы трафика применяются методы анализа временных рядов, в том числе R/S-анализ, который позволяет оценить степень устойчивой зависимости во времени, и вейвлет-анализ, обеспечивающий детальный разбор структур на разных масштабах [5]. На рисунках 1 и 2 представлены материалы, иллюстрирующие результаты проведенного анализа, подтверждающие наличие самоподобия в изучаемом сетевом трафике.

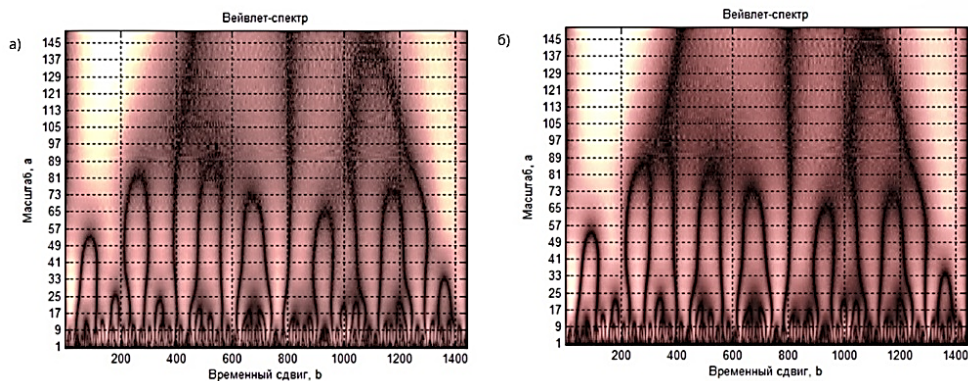


Рисунок 1 – Анализ самоподобности трафика:

а – вейвлет-спектр трафика в байтах; б – вейвлет-спектр трафика в пакетах

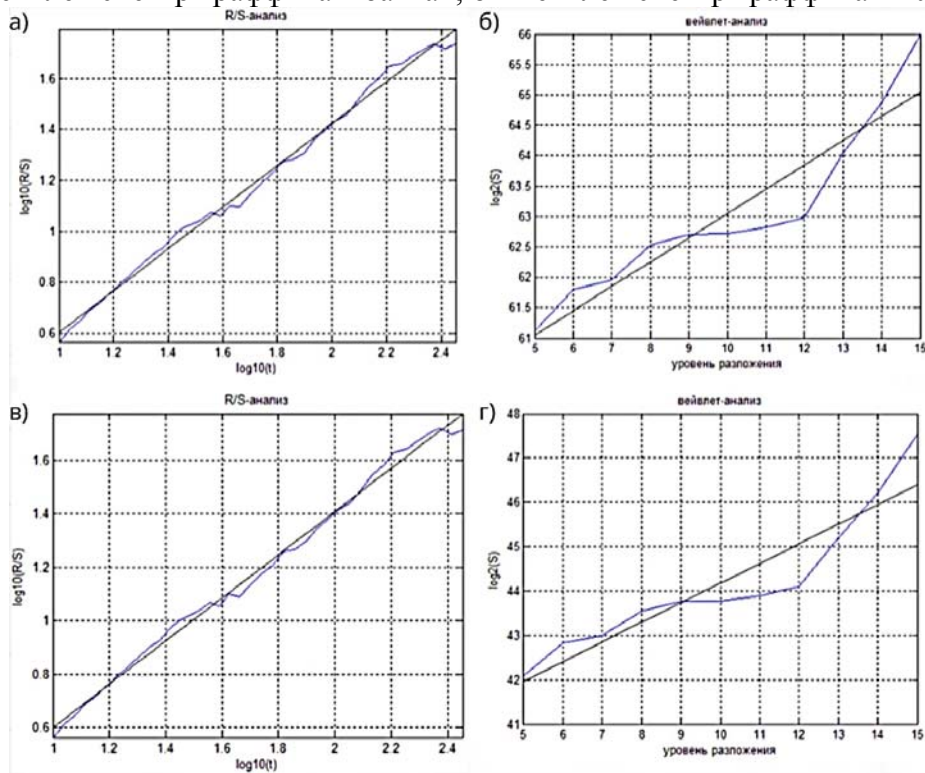


Рисунок 2 – Анализ самоподобности трафика:

а – R/S-анализ временного ряда трафика в байтах, показатель самоподобности $H=0.8$;
 б – вейвлет-анализ временного ряда интенсивности в байтах, показатель самоподобности $H=0.7$;
 в – R/S-анализ временного ряда трафика в пакетах, показатель самоподобности $H=0.83$;
 г – вейвлет-анализ временного ряда трафика в пакетах, показатель самоподобности $H=0.72$

Заключение

В результате проведенного исследования был выполнен комплексный анализ статистических характеристик интернет-трафика университетской сети за период с марта по август 2025 года.

Учитывая самоподобную природу сетевого трафика, что подтверждается результатами R/S-анализа и вейвлет-метода, эти данные могут быть в будущем использованы для описания модели нормального функционирования сети (в части использования интернет-ресурсов) с целью наблюдения в режиме on-line за изменениями фрактальных свойств трафика, несвойственных его обычной структуре, а вызванных аномальными изменениями и принятия своевременных мер по блокировке источников данных изменений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Круглов, А. М. Сетевые протоколы прикладного уровня / А. М. Круглов, А. В. Агарков, Д. О. Бондарчук // Научный аспект. – 2024. – Т. 29, № 3. – С. 3591-3600. – EDN HUVRIP.
2. Телков, А. Ю. Применение вейвлет-анализа для оценки параметров сетевой аномалии замаскированной под исходящий https трафик / А. Ю. Телков, М. И. Белый // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2017. – № 2. – С. 105-110. – EDN ZQJBZD.
3. Ермаков, Р. Н. Распознавание сетевых протоколов и приложений прикладного уровня с применением методов машинного обучения и алгоритмов нечёткой логики в системах анализа трафика / Р. Н. Ермаков // Автоматизация. Современные технологии. – 2020. – Т. 74, № 2. – С. 85-96. – EDN QIHRAU.
4. Муллер, Н. В. Комплексный анализ временных рядов с помощью фрактального и вейвлет-анализа / Н. В. Муллер, Т. А. Младова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2020. – № 7(47). – С. 20-25. – EDN SOAHOR.
5. Пашенко, Ф. Ф. Структурно-параметрическая идентификация временного ряда с применением фрактального и вейвлет-анализа / Ф. Ф. Пашенко, О. С. Амосов, Н. В. Муллер // Информатика и системы управления. – 2015. – № 2(44). – С. 80-88. – EDN TWNBMR.

УДК 004.02

Кузнецова Светлана Константиновна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuznetsova Svetlana Konstantinovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Магола Дмитрий Степанович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Magola Dmitry Stepanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОСНОВЕ АППАРАТОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ OPTIMIZATION OF INFORMATION SECURITY COSTS BASED ON FUZZY LOGIC DEVICES AND GENETIC ALGORITHMS

Аннотация. Работа отражает результаты оптимизации расходов организации на информационную безопасность с использованием нечеткой системы. На языке программирования Python спроектирована математическая модель расходов, состоящая из лингвистических входных и выходных переменных, описываемых нечеткими термами на основе базы продукционных правил. Основной тезис модели: вложения в превентивные профилактические мероприятия снижают величину затрат при реализации инцидентов. Оптимизация производится на основе генетических алгоритмов.

Abstract. The work reflects the results of optimizing the organization's information security costs using a fuzzy system. A mathematical model of expenses has been designed in the Python programming language, consisting of linguistic input and output variables described in fuzzy terms based on a base of production rules. The main thesis of the model is that investments in preventive preventive measures reduce the cost of implementing incidents. Optimization is based on genetic algorithms.

Ключевые слова: информационная безопасность, нечеткие системы, генетические алгоритмы, затраты, оптимизация, инцидент.

Key words: information security, fuzzy systems, genetic algorithms, costs, optimization, incident.

Введение

Информационная безопасность – это состояние защищенности информационной системы, достижение и поддержание такого состояния требует инвестиций, что обусловлено как реальными примерами успешных атак, парализующих бизнес и вызывающих значительные убытки, так требованиями со стороны регуляторов.

Актуальность исследования оптимизации затрат заключается в том, что относительно небольшие дополнительные вложения в профилактические мероприятия и контроль приводят к значительным сокращениям потерь в будущем в случае реализации негативных последствий на информационную инфраструктуру.

Цель работы – создать практическую модель для разумного распределения средств на защиту информационных систем. Исследование должно показать экономическую целесообразность предупредительных мер: обоснованные вложения в профилактику и средства защиты позволяют значительно снизить риск инцидентов и избежать крупных финансовых потерь в случае их возникновения.

На основе вышеизложенных идей построим математическую модель оптимизации величины затрат.

Основная часть

Для достижения поставленной цели минимизируем функцию:

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^n x_i + \sum_{j=1}^m y_j \rightarrow \min \quad (1)$$

где $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ – превентивные затраты на информационную безопасность;
 n – классы расходов;
 $y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$ – затраты на инциденты;
 m – классы инцидентов, при следующих ограничениях:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m y_j \rightarrow 0, \\ \forall x_i \geq 0, i = \overline{1, n} \end{cases} \quad (2)$$

В качестве входных переменных в данной системе выступают следующие категории затрат:

- затраты на обучение сотрудников – x_1 ;
- затраты на пентест и аудит – x_2 ;
- затраты на администрирование и сопровождение систем обнаружения вторжений – x_3 ;
- затраты на антивирусную безопасность – x_4 ;
- затраты на мониторинг безопасности – x_5 ;
- затраты на обеспечение резервного копирования – x_6 ;
- затраты на администрирование и сопровождение средств защиты информации – x_7 ;
- затраты на обновление и патчи – x_8 ;
- затраты на анализ уязвимостей – x_9 ;
- затраты на контроль и выполнение требований политик безопасности – x_{10} .

В качестве выходных переменных выступают затраты на инциденты, а также определение уровня рисков и общая сумма затрат $F(x, y)$:

- затраты на расследование инцидентов – y_1 ;
- затраты на восстановление систем – y_2 ;
- простой бизнеса – y_3 ;
- затраты на юридическое сопровождение – y_4 ;
- штрафы – y_5 ;
- репутационные потери – y_6 ;
- затраты на дополнительный аудит – y_7 .

Описанную задачу оптимизации возможно решать с использованием классических математических инструментов (статистический анализ, регрессионные и эконометрические модели) [1] или систем искусственного интеллекта (нейросетевые алгоритмы, нечеткие системы, генетические алгоритмы, муравьиные алгоритмы).

В связи с отсутствием четкой статистики по категориям затрат авторы считают возможным для поставленной задачи использовать нечеткий логический вывод, то есть аппроксимацию зависимости «входы-выходы» на основе лингвистических высказываний «ЕСЛИ–ТО» и логических операций над нечеткими множествами [2]. Диапазоны изменения значений переменных определялись экспертным путем и выражаются в рублях.

Входные и выходные лингвистические переменные содержат в себе по три нечетких термина: малое значение затрат, среднее значение затрат, большое значение затрат, например:

- $x_1 = \langle \text{«Обучение сотрудников»}, \{ \text{«малые»} [0,0,40], \text{«средние»} [20, 50, 70], \text{«большие»} [60,100,100] \} , [0, 100] \rangle$;
- $y_1 = \langle \text{«Расследование инцидентов»}, \{ \text{«малые»} [0,0,300], \text{«средние»} [100, 350, 600], \text{«большие»} [400,1000,1000] \} , [0, 1000] \rangle$.

На рисунке 1 представлены нечеткие термы лингвистической выходной переменной «Расследование инцидентов», где по оси абсцисс отражены затраты в денежном выражении в миллионах рублей, а по оси ординат значения степеней принадлежности.

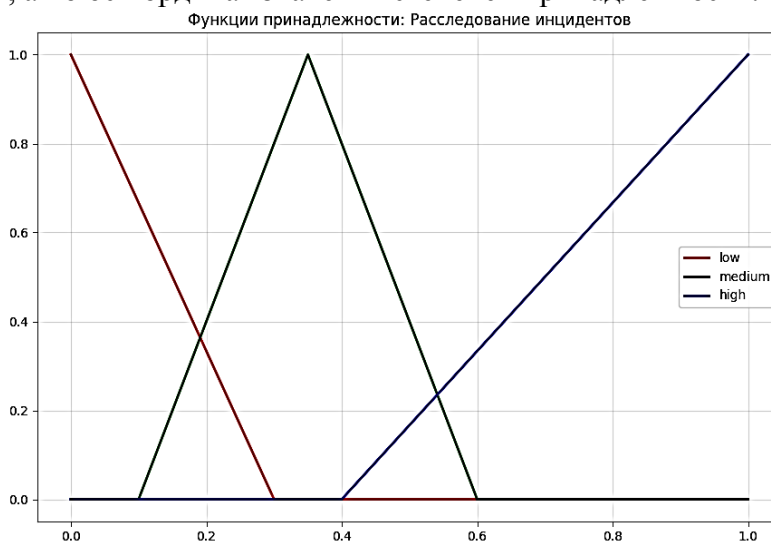


Рисунок 1 – Функции принадлежности

Правила базы знаний представлены в формате «ЕСЛИ, ТО», например: ЕСЛИ x_1 «высокие» И x_2 «высокие» И x_3 «высокие», ТО y_1 «малые» И y_2 «малые» И y_3 «малые» И y_8 «малые» (рисунок 2).

Редактор базы правил (формат: ЕСЛИ ... ТО ...)

```

1. ЕСЛИ Обучение сотрудников = high И Pentest и аудит = high И Системы обнаружения = high ТО Расследование инцидентов = low И Восстановление систем = low И Простой бизнеса = low И risk_level = low
2. ЕСЛИ Антивирусное ПО = high И Обновления и патчи = high И Мониторинг безопасности = high ТО Юридическое сопровождение = low И Штрафы и compliance = low И Репутационные потери = low И risk_level = low
3. ЕСЛИ Резервное копирование = high И ПАК СЗИ = high И Анализ уязвимостей = high ТО Дополнительный аудит = low И Восстановление систем = low И Простой бизнеса = low И risk_level = low
4. ЕСЛИ Обучение сотрудников = high И Выполнение политики безопасности = high ТО Расследование инцидентов = low И Репутационные потери = low И risk_level = low
5. ЕСЛИ Pentest и аудит = high ИЛИ Анализ уязвимостей = high ТО Штрафы и compliance = low И Дополнительный аудит = low И risk_level = low
6. ЕСЛИ Обучение сотрудников = medium И Pentest и аудит = medium ТО Расследование инцидентов = medium И Восстановление систем = medium И risk_level = medium
7. ЕСЛИ Системы обнаружения = medium И Мониторинг безопасности = medium ТО Простой бизнеса = medium И Дополнительный аудит = medium И risk_level = medium
8. ЕСЛИ Антивирусное ПО = medium И Обновления и патчи = medium ТО Юридическое сопровождение = medium И Штрафы и compliance = medium И risk_level = medium
9. ЕСЛИ Резервное копирование = medium И ПАК СЗИ = medium ТО Восстановление систем = medium И Простой бизнеса = medium И risk_level = medium
10. ЕСЛИ Анализ уязвимостей = medium И Выполнение политики безопасности = medium ТО Репутационные потери = medium И Дополнительный аудит = medium И risk_level = medium
11. ЕСЛИ Обучение сотрудников = high И Резервное копирование = low ТО Расследование инцидентов = medium И Восстановление систем = high И risk_level = medium
12. ЕСЛИ Pentest и аудит = high И Обновления и патчи = low ТО Штрафы и compliance = medium И Юридическое сопровождение = high И risk_level = medium
13. ЕСЛИ Системы обнаружения = high И Антивирусное ПО = low ТО Простой бизнеса = medium И Дополнительный аудит = high И risk_level = medium
14. ЕСЛИ Мониторинг безопасности = medium ИЛИ ПАК СЗИ = medium ТО Расследование инцидентов = medium И Восстановление систем = medium И risk_level = medium
15. ЕСЛИ Анализ уязвимостей = low ИЛИ Выполнение политики безопасности = low ТО Репутационные потери = high И Штрафы и compliance = medium И risk_level = medium
16. ЕСЛИ Обучение сотрудников = low И Pentest и аудит = low ТО Расследование инцидентов = high И Юридическое сопровождение = high И risk_level = high
17. ЕСЛИ Системы обнаружения = low И Мониторинг безопасности = low ТО Простой бизнеса = high И Восстановление систем = high И risk_level = high
18. ЕСЛИ Антивирусное ПО = low И Обновления и патчи = low ТО Штрафы и compliance = high И Дополнительный аудит = high И risk_level = high
19. ЕСЛИ Резервное копирование = low И ПАК СЗИ = low ТО Восстановление систем = high И Простой бизнеса = high И risk_level = high
20. ЕСЛИ Анализ уязвимостей = low И Выполнение политики безопасности = low ТО Репутационные потери = high И Штрафы и compliance = high И risk_level = high
21. ЕСЛИ Обучение сотрудников = low ИЛИ Pentest и аудит = low ИЛИ Системы обнаружения = low ТО Расследование инцидентов = high И risk_level = high
22. ЕСЛИ Антивирусное ПО = low ИЛИ Обновления и патчи = low ИЛИ Мониторинг безопасности = low ТО Простой бизнеса = high И risk_level = high
23. ЕСЛИ Резервное копирование = low ИЛИ ПАК СЗИ = low ИЛИ Анализ уязвимостей = low ТО Восстановление систем = high И risk_level = high
24. ЕСЛИ Обучение сотрудников = low И Резервное копирование = low ТО Расследование инцидентов = high И Восстановление систем = high И risk_level = high
25. ЕСЛИ Pentest и аудит = low И Обновления и патчи = low ТО Штрафы и compliance = high И Юридическое сопровождение = high И risk_level = high
26. ЕСЛИ Обучение сотрудников = high И Резервное копирование = high ТО Расследование инцидентов = low И Восстановление систем = low И risk_level = low
27. ЕСЛИ Обновления и патчи = low И Мониторинг безопасности = low ТО Простой бизнеса = high И Дополнительный аудит = high И risk_level = high
28. ЕСЛИ ПАК СЗИ = high И Выполнение политики безопасности = high ТО Репутационные потери = low И Штрафы и compliance = low И risk_level = low
29. ЕСЛИ Анализ уязвимостей = low И ПАК СЗИ = low ТО Дополнительный аудит = high И Восстановление систем = high И risk_level = high
30. ЕСЛИ Системы обнаружения = high ИЛИ Мониторинг безопасности = high ТО Простой бизнеса = low И Дополнительный аудит = low И risk_level = low

```

Рисунок 2 – Правила

При проектировании использовалась нечеткая модель Мамдани [3]. В качестве метода приведения к четкости использовался наименьший максимум.

Для достижения глобальной оптимизации авторами принято решение о применении генетического алгоритма для настройки параметров нечеткой системы.

Для реализации разработанной модели использовалась среда PyCharm, язык программирования Python и библиотеки нечеткой логики и генетических алгоритмов. На рисунках 3, 4 представлен пример оптимизации затрат, который позволил через увеличение затрат на профилактику на 3,7 % (с 2 000 тыс. р. до 2 075 тыс. р.) с перераспределением по статьям снизить затраты на инциденты более, чем на 25,9 % (с 2 750 тыс. р. до 2 037 тыс. р.). Генетический оптимальный поиск осуществлялся с учетом 100 поколений, размера популяции 50 и вероятности мутации 20 %.

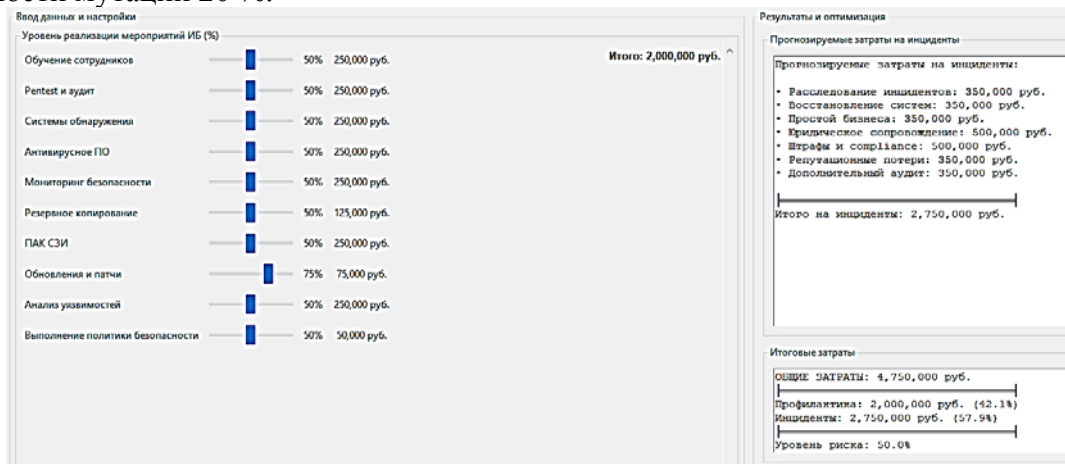


Рисунок 3 – Распределение затрат

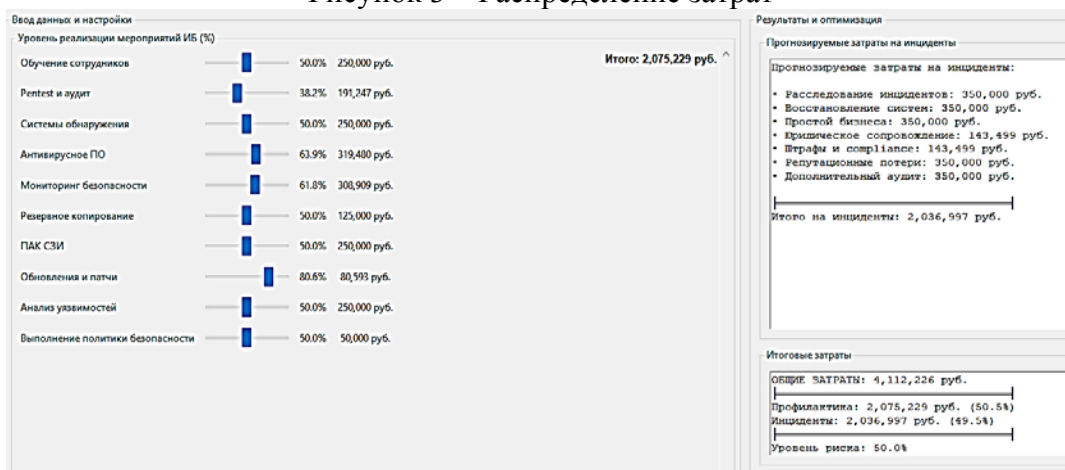


Рисунок 4 – Распределение затрат

Заключение

Представленный пример подтверждает описанный ранее тезис. Необходимо подчеркнуть, что адекватность результатов напрямую зависит от качества используемой нечеткой системы, то есть от полноценной и непротиворечивой базы знаний и от качества функций принадлежностей, которыми описываются соответствующие лингвистические и нечеткие переменные рассматриваемой предметной области. Альтернативным инструментом для поиска оптимального решения описанной задачи могут служить искусственные нейронные сети.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Васильков, Ю. В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – ISBN 5-279-02098-2. – EDN QJMQND.
2. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление/А. Пегат; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 798 с.
3. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLAB. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. – 288 с. ISBN: 5-93517-359-X.

УДК 004.65

Ларченко Юлия Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Larchenko Yuliya Gennadiyevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИНДЕКС РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРАН МИРА ПО ДАННЫМ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

THE INDEX OF DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES OF THE COUNTRIES OF THE WORLD ACCORDING TO THE INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования индекса развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) стран – участниц Международного союза электросвязи. Основная цель исследования – оценить широту распространения цифровых технологий на глобальном уровне. Отсюда предмет исследования – это основные метрики, характеризующие уровень информационно-коммуникационной инфраструктуры стран мира (количество пользователей мобильной связью и Интернетом; скорость и стоимость Интернета). В заключении приводится позиция России в рейтинге стран мира по уровню развития ИКТ.

Abstract. The article presents the results of a study of the information and communication technology (ICT) development index of the member countries of the International Telecommunication Union. The main purpose of the study is to assess the breadth of the spread of digital technologies at the global level. Hence, the subject of the study is the main metrics characterizing the level of information and communication infrastructure of the countries of the world (the number of mobile and Internet users; the speed and cost of the Internet). In conclusion, Russia's position in the ranking of countries in the world in terms of ICT development is given.

Ключевые слова: индекс, показатель, ИКТ, МСЭ, страна.

Key words: index, indicator, ICT, ITU, country.

Введение

В современных условиях цифровой трансформации общества на национальном уровне возникает необходимость в формировании и усовершенствовании механизма международного сотрудничества с целью обеспечения полной доступности людей к открытой информации, необходимой для улучшения качества их жизни [1].

Начиная с 1947 года вопросами организации межнационального сотрудничества в области связи и информатизации занимается специализированное учреждение ООН – это Международный союз электросвязи (МСЭ), в состав которого входит 193 страны, включая Российскую Федерацию. Россия является полноправным членом МСЭ.

Первоочередной задачей МСЭ является разработка международных стандартов электросвязи, позволяющих внедрить цифровые технологии по всему миру [2]. В этой связи каждые два года МСЭ публикует отчет, в котором показывает рейтинг стран – участниц на основе индекса развития информационно-коммуникационных технологий. Поэтому исследование групповых показателей, формирующих национальный индекс развития ИКТ, является актуальным и практически значимым. Исходя из этого, цель работы – это сравнительная характеристика основных метрик ИКТ стран, входящих в соответствующую группу доходности по данным Всемирного банка.

В настоящее время цифровые технологии являются перспективной областью исследования, так как являются приоритетной задачей в стратегии развития страны, которая активно поддерживается на всех уровнях управления в виде грантов, инициативных проектов и прочего [3, 4].

Основная часть

Рассмотрим методику расчета индекса развития информационно-коммуникационных технологий на национальном уровне как совокупность решения следующих этапов [5]:

1 Определение группового показателя «Универсальный элемент подключения» (UCE), который представляет собой среднее значение нормализованных единичных показателей: $\dot{I}$ (физические лица, использующие Интернет, %); $\dot{H}$ (домохозяйства, имеющие доступ в Интернет дома, %); $\dot{NBS}$ (количество абонентов мобильной широкополосной связи на 100 жителей, %):

$$UCE = \frac{1}{3} \sum \dot{I} + \dot{H} + \dot{NBS}. \quad (1)$$

К нормализованному виду единичные показатели приводятся путем соотношения фактических значений соответствующего показателя в n -м году и $n-1$ года.

2 Определение группового показателя «Значимый элемент взаимодействия» (SEI), который представляет собой среднее значение нормализованных единичных показателей: $\dot{NC}$ (покрытие сетей 3G и 4G / LTE, %); $\dot{TMBI}$ (трафик мобильного широкополосного Интернета на подписку в Гб, %); $\dot{FBI}$ (фиксированный широкополосный интернет-трафик на подписку в Гб, %); $\dot{CBC}$ (стоимость корзины высокого потребления для мобильных данных и голосовой связи в процентах от валового национального дохода (ВНД) на душу населения); $\dot{CFBI}$ (стоимость корзины услуг фиксированного широкополосного доступа в Интернет в процентах от ВНД на душу населения); $\dot{IMP}$ (физические лица, владеющие мобильным телефоном, %):

$$SEI = \frac{1}{6} \sum \dot{NC} + \dot{TMBI} + \dot{FBI} + \dot{CBC} + \dot{CFBI} + \dot{IMP}. \quad (2)$$

К нормализованному виду единичные показатели приводятся аналогично технологии, указанной на первом этапе.

3 Определение интегрального показателя «Индекс развития ИКТ» (Index ICT), который представляет собой среднее значение групповых показателей – это универсальный элемент подключения» (UCE) и значимый элемент взаимодействия» (SEI):

$$\text{Index ICT} = \frac{1}{2} (UCE + SEI). \quad (3)$$

Данные для расчета групповых показателей и индекса развития ИКТ каждой страны – участницы МСЭ предоставляют специализированные национальные организации или министерства / ведомства. По ряду стран сбор данных непосредственно осуществляет МСЭ.

Необходимо отметить, что в соответствии с классификацией Всемирного банка все страны – участницы МСЭ делятся на группы по уровню дохода: высокий доход; доход выше среднего; доход ниже среднего; малообеспеченный и низкий доход, доход не определен. Таким образом, особый интерес представляет оценка уровня развития ИКТ стран в разрезе каждой доходной группы.

На рисунках 1, 2, 3 показаны групповые показатели и интегральный показатель уровня развития информационно-коммуникационных технологий стран – участниц МСЭ за 2023 – 2025 годы.

В 2023 – 2024 годах Россия по оценке МСЭ относилась к группе стран с уровнем дохода выше среднего и только в 2025 году перешла в категорию высокодоходных стран. Поэтому на рисунках 1, 2, 3 приведены результаты исследования стран, входящих в одну группу с Россией по уровню доходности. В таблице 1 показано среднее значение индекса развития ИКТ стран МСЭ за 2023 – 2025 годы, которое может отличаться от фактического ввиду замены недостающих данными нулевыми значениями (обозначено «*»).

В 2023 году в группе стран с уровнем дохода выше среднего Россия занимала 2-е место по индексу развития ИКТ, в 2024 году – 3-е место. В 2025 году из-за перехода в группу высокодоходных стран позиция России в общем рейтинге опустилась на 26-е место.

В целом следует отметить положительную тенденцию в реализации стратегии цифровой трансформации общества в Российской Федерации за рассматриваемый период времени.

2023

2024

2025

Азиатско-Тихоокеанский регион

Арабские государства

Африка

Европа

Северная И Южная Америка

СНГ

п. а.

Высокий доход

Доход выше среднего

Доход ниже среднего

Низкий доход

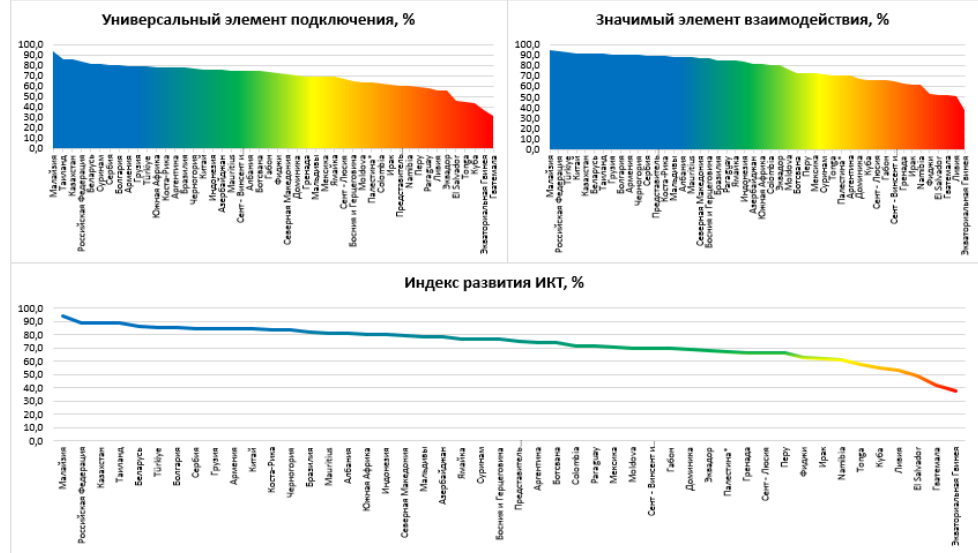


Рисунок 1 – Индекс развития ИКТ стран мира в категории «Доход выше среднего» за 2023 год

2023

2024

2025

Азиатско-Тихоокеанский регион

Арабские государства

Африка

Европа

Северная И Южная Америка

СНГ

п. а.

Высокий доход

Доход выше среднего

Доход ниже среднего

Малообеспеченный

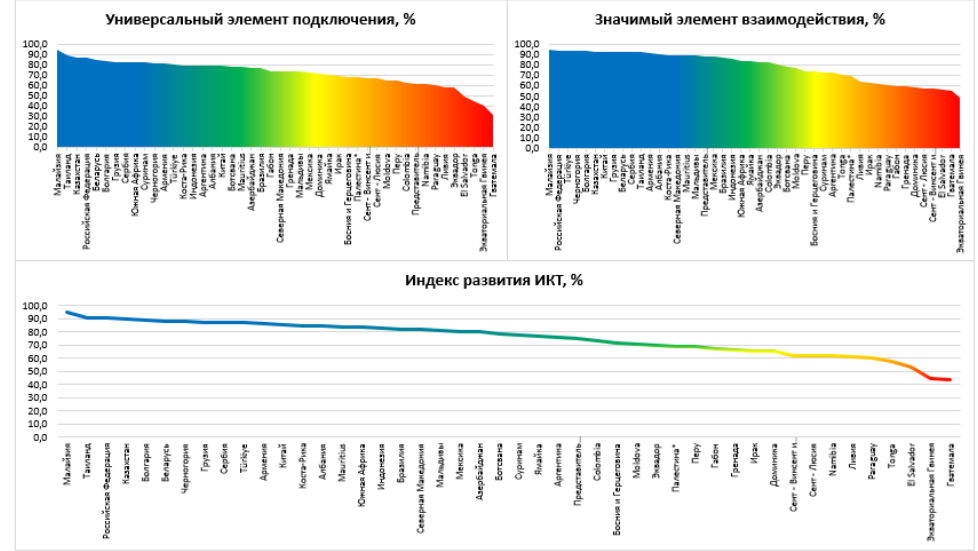


Рисунок 2 – Индекс развития ИКТ стран мира в категории «Доход выше среднего» за 2024 год

2023

2024

2025

Азиатско-Тихоокеанский регион

Арабские государства

Африка

Европа

Северная И Южная Америка

СНГ

п. а.

Высокий доход

Доход выше среднего

Доход ниже среднего

Малообеспеченный

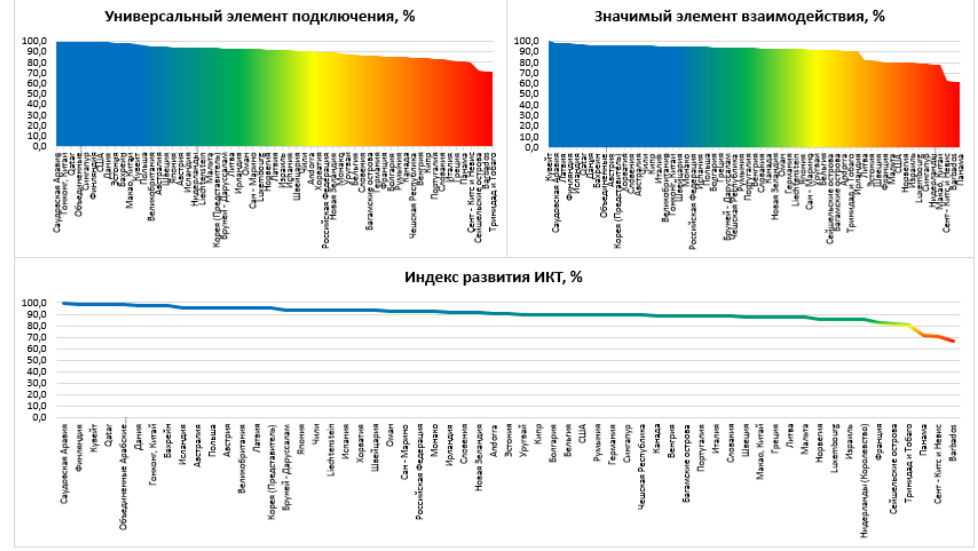


Рисунок 3 – Индекс развития ИКТ стран мира в категории «Высокий доход» за 2025 год

Таблица 1 – Средний индекс развития ИКТ стран МСЭ за 2023 – 2025 годы

Страна	Средний индекс развития ИКТ, %	Место
Кувейт	98,9	1
Катар	97,8	2
Финляндия	97,8	3
Объединенные Арабские Эмираты	97,4	4
Дания	97,3	5
Гонконг, Китай	97,2	6
Бахрейн	97,2	7
Саудовская Аравия	96,6	8
Исландия	95,5	9
Польша	95,3	10
Австралия	94,9	11
Малайзия	94,9	12
Бруней - Даруссалам	94,7	13
Корея (Представитель)	94,4	14
Латвия	94,4	15
Австрия	94,1	16
Великобритания	93,9	17
Япония	92,9	18
Сан - Марино	92,6	19
Лихтенштейн	92,5	20
Испания	92,4	21
Монако	92,4	22
Швейцария	92,4	23
Чили	91,9	24
Оман	91,7	25
Российская Федерация	90,6	26
...	...	...
США*	89,3	33
...	...	...
Беларусь	88,7	38
...	...	...
Китай	87,1	55
...	...	...
Узбекистан	84,4	68
...	...	...
Франция*	82,3	78
...	...	...
Украина*	69,4	104
...	...	...
Чад*	15,0	175

Это подтверждается ростом групповых показателей: универсальный элемент подключения увеличился с 84,5 % до 89,6 %; значимый элемент взаимодействия – с 93,4 % до 95 % и интегрального показателя уровня развития ИКТ (с 88,9 % до 92,3 %).

Однако относительно ряда стран, занимающих в рейтинге 1 – 25 места Россия на данный момент уступает по показателям абсолютной обеспеченности населения скоростным Интернетом и мобильной связью.

Заключение

В работе на основании открытых публикуемых отчетов МСЭ за 2023 – 2025 годы был проведен анализ основных метрик стран-участниц, характеризующих уровень развития их ИКТ.

Автором было установлено, что в первую пятёрку стран – лидеров по уровню развития ИКТ входят: Кувейт (98,9 %); Катар (97,8 %); Финляндия (97,8 %); Объединенные Арабские Эмираты (97,4 %); Дания (97,3 %). В этих странах наблюдается практически 100 % охват населения мобильной связью и скоростным Интернетом.

По данным исследования, проведенного автором, Россия на текущий момент занимает 26-е место из 175 позиций стран – участниц МСЭ. Ее средний индекс развития ИКТ составил 90,6 %. Отметим, что в 2023 году данный показатель был 88,9 %, а в начале 2025 году уже составлял 92,3 %.

За последние три года в России наблюдается устойчивый рост показателей обеспеченности населения мобильными телефонами и высокоскоростным Интернетом. Вместе с тем в отдельных регионах РФ не наблюдается 100 % охвата населения цифровыми технологиями, что подтверждает необходимость дальнейшей реализации стратегии цифровой трансформации общества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рахимова, Б. Х. К вопросу о влиянии цифровых технологий на качество жизни населения / Б. Х. Рахимова // Вестник ГГНТУ. Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2023. – Т. 19, № 2(32). – С. 5-14. – DOI 10.26200/GSTOU.2023.46.26.001. – EDN KDYDOG.
2. Резникова, Н. П. Направления совершенствования Стратегического плана Международного союза электросвязи на 2023-2027 гг / Н. П. Резникова, Г. С. Артемьева, Д. В. Калюга // Электросвязь. – 2021. – № 10. – С. 39-44. – DOI 10.34832/ELSV.2021.23.10.005. – EDN NZKSFS.
3. Миролубова, Т. В. Роль сектора ИКТ и факторы цифровой трансформации региональной экономики в контексте государственного управления / Т. В. Миролубова, М. В. Радионова // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 253-270. – DOI 10.17072/1994-9960-2020-2-253-270. – EDN MJVKYJ.
4. Михайлова, О. С. Дифференциация стран Евросоюза и СНГ по уровню развития ИКТ / О. С. Михайлова // Актуальные проблемы и перспективы развития инновационной экономики и управления : Сборник научных статей по итогам II Всероссийской научно-практической студенческой конференции, Калининград, 23 апреля 2020 года. – Калининград : Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2021. – С. 398-402. – EDN NCTRCO.
5. Измерение цифрового развития: Индекс развития ИКТ 2025 – Раздел сайта «Статистика ИКТ МСЭ-D», подраздел «Публикации». – URL: <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/idi2025/> (дата обращения: 14.09.2025).

УДК 004.021

Ларченко Юлия Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Larchenko Yuliya Gennadievna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Лончаков Александр Геннадьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lonchakov Alexander Gennadievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Косицын Владимир Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kositsyn Vladimir Dmitrievich, Komsomolsk-na-Amure State University

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА В СРЕДЕ MATHCAD **MODELING THE PRODUCTION FUNCTION OF THE GROSS REGIONAL PRODUCT IN THE MATHCAD ENVIRONMENT**

Аннотация. Одним из важнейших показателей экономического развития любого региона является валовый региональный продукт (ВРП). Данный индикатор представляет собой конечное потребление произведенных товаров и услуг в стоимостном выражении, отражает уровень благосостояния населения региона. В этой связи задача анализа и прогнозирования показателя является актуальной и практически значимой. В настоящее время вопросами планирования ВРП занимаются ученые и специалисты-практики на всех уровнях государственного управления. В работе предлагается алгоритм прогнозирования ВРП Хабаровского края в среде Mathcad, проводится его апробация.

Abstract. One of the most important indicators of the economic development of any region is the gross regional product (GRP). This indicator represents the final consumption of manufactured goods and services in value terms, reflecting the level of well-being of the region's population. In this regard, the task of analyzing and forecasting the indicator is relevant and practically significant. Currently, GRP planning is being handled by scientists and practitioners at all levels of government. The paper proposes an algorithm for predicting the GRP of the Khabarovsk Territory in the Mathcad environment, and it is being tested.

Ключевые слова: ВРП, численность занятых, основные фонды, производственная функция, Mathcad.

Key words: GRP, number of employees, fixed assets, production function, region, Mathcad.

Введение

Валовый региональный продукт – это совокупный выпуск товаров и услуг за минусом промежуточного потребления. Рост данного показателя в динамике свидетельствует об интенсивном развитии территории вследствие эффективного использования ресурсов региона. В этой связи анализ и планирование данного индикатора – это важная, актуальная и практически значимая исследования на любом уровне управления. Ее решение позволит выделить перспективные направления в региональной экономике для дальнейшего инвестирования и развития.

В настоящее время вопросами анализа и планирования ВРП занимаются многие ученые и специалисты. Они используют существующие подходы к прогнозу данного показателя, усовершенствуют их или предлагают новые [1, 2, 3].

В работе рассмотрим один из подходов к решению задачи планирования ВРП с помощью среды Mathcad. Рассмотрим основные этапы алгоритма прогнозирования ВРП: ввод данных; обработка массива и использование функции полиномиальной регрессии; определение параметров уравнения регрессии; прогноз переменных величин и значения функции.

Основная часть

В формализованном виде валовый региональный продукт описывается двухфакторной функцией Кобба-Дугласа и представляет собой мультипликативную модель [4]:

$$y = AK^{\alpha}L^{\beta}. \quad (1)$$

В мультипликативной модели ВРП переменными величинами (факторами) являются показатели расхода капитала и труда, характеризующие стоимость основных фондов и численность занятых в регионе. Параметры α и β – это коэффициенты эластичности по капиталу и труду, которые показывают процентное изменение результирующего показателя при изменении величины факторов на 1 %. Коэффициент A – это постоянный член уравнения.

В зависимости от суммы коэффициентов эластичности выделяют три состояния производственной функции:

1) Нисходящая (сумма коэффициентов эластичности меньше 1). Изменение значений факторов на 1 % приводит к изменению функции меньше, чем на 1 %. Эта ситуация характеризует ситуацию неэластичного спроса.

2) Однородная (сумма коэффициентов эластичности равна 1). Наблюдается пропорциональное изменение функции при изменении факторов, присущее ситуации единичного спроса.

3) Восходящая (сумма коэффициентов эластичности больше 1). Значение функции изменяется на больший процент при изменении факторов на 1 %. Эта ситуация эластичного спроса, характерная для эффекта масштаба производства. В этом случае считается, что экономика региона является эффективной, отдача от использования ресурсов (труда и капитала) является оптимальной.

Рассмотрим основные этапы алгоритма моделирования производственной функции ВРП региона в среде Mathcad:

1) Ввод данных из файла электронной таблицы (рисунки 1, 2) [5].

Параметр	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024*
Валовый выпуск, млн. р.	276895,4	353590,3	399594,2	437994,3	498067,2	539338,4	595792,3	672660,4	697951,0	761589,2	805215,6	856904,8	1017795,1	1065100,8	1262368,1	1355756,4
Стоимость осн. фондов, млн. р.	752349,0	809105,0	1041749,0	1203168,0	1353020,0	1358317,0	1458497,0	1589042,0	1623543,0	1722484,0	2954280,0	3079309,0	3645646,0	3750384,0	3892387,0	4377251,4
Численность занятых, млн. чел.	0,733	0,720	0,729	0,733	0,729	0,745	0,728	0,716	0,702	0,703	0,674	0,689	0,684	0,681	0,694	0,704

Рисунок 1 – Данные файла электронной таблицы

newY :=		newKL :=															
																	
F:\... \Лабораторка 0.xls		F:\... \Лабораторка 0.xls															
newY =		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0	2.769·10 ⁵	3.536·10 ⁵	3.996·10 ⁵	4.38·10 ⁵	4.981·10 ⁵	5.393·10 ⁵	5.958·10 ⁵	6.727·10 ⁵	6.98·10 ⁵	7.616·10 ⁵	8.052·10 ⁵	8.569·10 ⁵	1.018·10 ⁶	1.065·10 ⁶	1.262·10 ⁶	1.356·10 ⁶
newKL =		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0	7.523·10 ⁵	8.091·10 ⁵	1.042·10 ⁶	1.203·10 ⁶	1.353·10 ⁶	1.358·10 ⁶	1.458·10 ⁶	1.589·10 ⁶	1.624·10 ⁶	1.722·10 ⁶	2.954·10 ⁶	3.079·10 ⁶	3.646·10 ⁶	3.75·10 ⁶	3.892·10 ⁶	4.377·10 ⁶
	1	0.733	0.72	0.729	0.733	0.729	0.745	0.728	0.716	0.702	0.703	0.673	0.689	0.684	0.681	0.694	0.704

Рисунок 2 – Ввод данных из файла

Первая таблица на рисунке 2 – это данные ВРП Хабаровского края за 16 лет (2009 – 2024 гг.) в стоимостном выражении (в миллионах рублей). Вторая таблица – это показатели стоимости основных фондов в миллионах рублей и численности занятых в миллионах человек за аналогичный период времени.

2) Транспонирование данных таблицы, ввод функции регрессии и расчет параметров уравнения (рисунок 3).

В Mathcad используется функция «regress(x,y,n)», в которой x и y – это векторы экспериментальных данных (количество точек должно быть больше порядка полинома хотя бы на 1), а n – порядок полинома.

Вектор результата функции «regress» содержит первые три строки служебных, а остальные – значения коэффициентов полинома, расположенные сверху вниз, исходя из возрастания степени членов, к которым они относятся. Четвертое значение – значение параметра α , пятое значение – значение параметра β , шестое значение – логарифм параметра A .

В результате моделирования в среде Mathcad получена мультипликативная модель ВРП Хабаровского края вида:

$$y = 6,815K^{0,827}L^{1,345}. \quad (2)$$

$\text{newKL} := \text{newKL}^T$	$\text{newY} := \text{newY}^T$	транспонирование данных
$\ln Y := \ln(\text{newY})$	$\ln KL := \ln(\text{newKL})$	приведение функции к линейному виду
$R := \text{regress}(\ln KL, \ln Y, 1)$		функция регрессии
$R = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 1 \\ 0.827 \\ 1.345 \\ 1.919 \end{pmatrix}$	$\alpha := R_3 \quad \beta := R_4 \quad A := \exp(R_5)$	
$\alpha = 0.827 \quad \beta = 1.345 \quad A = 6.815$		параметры регрессионной модели
$f(K, L) := 6.815 \cdot K^{0.827} \cdot L^{1.345}$		мультипликативная модель производственной функции

Рисунок 3 – Нахождение параметров уравнения

Сумма коэффициентов эластичности составляет 2,172. Следовательно, производственная функция является восходящей. Экономика Хабаровского края развивается, ресурсы труда и капитала используются эффективно, что в результате приводит к эффекту масштаба производства.

3) Прогнозирование факторов (показателей капитала и труда) в 2025 году (рисунок 4).

$N := 15$		
$\text{GRPA\_K} := \frac{\sum_{i=1}^N \frac{\text{newKL}_{i,0}}{\text{newKL}_{i-1,0}}}{N}$	$\text{GRPA\_L} := \frac{\sum_{i=1}^N \frac{\text{newKL}_{i,1}}{\text{newKL}_{i-1,1}}}{N}$	темп роста факторов капитала и труда
$\text{GRPA\_K} = 1.135$	$\text{GRPA\_L} = 0.998$	
$\text{Knew} := \text{newKL}_{15,0} \cdot \text{GRPA\_K}$	$\text{Lnew} := \text{newKL}_{15,1} \cdot \text{GRPA\_L}$	прогнозные значения факторов
$\text{Knew} = 4.968 \times 10^6$	$\text{Lnew} = 0.703$	

Рисунок 4 – Прогноз значений факторов в 2025 году

4) Прогнозирование ВРП Хабаровского края в 2025 году (рисунок 5).

$f(\text{Knew}, \text{Lnew}) = 1.462 \times 10^6$	прогнозное значение ВРП

Рисунок 5 – Прогноз ВРП Хабаровского края

Прогнозное значение ВРП Хабаровского края в 2025 году – 1462458,4 млн. р., что на 7,9 % превышает значение данного показателя в 2024 году.

Заключение

В ходе исследования перед авторами стояла цель разработки и апробации алгоритма прогнозирования ВРП в среде Mathcad, которая была успешно достигнута.

При решении поставленной задачи авторы выделили четыре основных этапа:

- 1) Ввод данных из файла электронной таблицы.
- 2) Транспонирование данных таблицы, ввод функции регрессии и расчет параметров уравнения.
- 3) Прогнозирование факторов (показателей капитала и труда).
- 4) Прогнозирование ВРП.

В среде Mathcad авторы с помощью функции полиномиальной регрессии смоделировали уравнение производственной функции ВРП Хабаровского края вида: $y = 6,815K^{0,827}L^{1,345}$, а также определили прогнозные значения факторов и непосредственно результирующего показателя в 2025 году (1462458,4 млн. р.).

В заключении было установлено, что мультипликативная модель ВРП Хабаровского края является восходящей, то есть незначительное изменение факторов приводит к значительному изменению функции.

В настоящее время экономика Хабаровского края является растущей, характеризуется эффективным использованием ресурсов – труда и капитала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волоцков, А. А. Региональный экономический рост: тенденции, факторы, перспективы / А. А. Волоцков // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 2-1. – С. 116-132. – DOI 10.34670/AR.2024.71.64.013. – EDN WAMNAW.
2. Ильченко, С. В. Особенности социально-экономического развития субъектов федерации, входящих в Дальневосточный федеральный округ / С. В. Ильченко, Р. Сираждинов // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – № 7-2. – С. 285-290. – DOI 10.17513/vaael.3594. – EDN TUXPCW.
3. Смирнов, Р. В. Модели типизации регионов в условиях инновационного развития : учебное пособие / Р. В. Смирнов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. – 89 с. – ISBN 978-5-7310-6021-9. – EDN YORMSK.
4. Царькова, Е. В. Прогнозирование в управлении на основе Excel и MathCad / Е. В. Царькова // Управленческий учет. – 2023. – № 9. – С. 74-80. – EDN LOISKK.
5. Управление Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу – Раздел сайта «Официальная статистика», подраздел «Хабаровский край». – URL: // <https://27.rosstat.gov.ru>: электронный ресурс. – URL: <https://27.rosstat.gov.ru/folder/23549> (дата обращения: 21.09.2025).

УДК 004.8

Лемешев Иван Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lemeshev Ivan Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Катунцева Наталья Леонидовна, старший преподаватель, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Katuntseva Natalya Leonidovna, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

СИНТЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИВЫХ СИСТЕМ SYNTHETIC BIOLOGY AND COMPUTER DESIGN OF LIVING SYSTEMS

Аннотация. Целью работы является анализ перспективных направлений исследований в области синтетической биологии и компьютерного проектирования живых систем. Предметом исследования выступают современные методы биоинформатики, машинного обучения и ма-

тематического моделирования для создания биологических систем с заданными функциями. Делается вывод, что создание подобных систем является критически важным для обеспечения технологического прорыва в биотехнологии, медицине и фармацевтике, позволяя перейти от трудоемкого эмпирического поиска к целенаправленному инженерному подходу.

Abstract. The purpose of this work is to analyze promising research areas in the field of synthetic biology and computer-aided design of living systems. The subject of this research is modern methods of bioinformatics, machine learning, and mathematical modeling for creating biological systems with specified functions. It is concluded that the creation of such systems is crucial for achieving technological breakthroughs in biotechnology, medicine, and pharmaceuticals, allowing for a shift from time-consuming empirical research to a targeted engineering approach.

Ключевые слова: синтетическая биология, компьютерное проектирование, машинное обучение, цифровой двойник, BioCAD.

Key words: synthetic biology, computer design, machine learning, digital twin, BioCAD.

Введение

Актуальность темы обусловлена стремительным развитием биотехнологий и необходимостью создания эффективных решений в области медицины, фармацевтики и промышленного производства. Синтетическая биология, представляющая собой конвергенцию биологии, инженерии и компьютерных наук, открывает возможности для проектирования и создания биологических систем с заранее заданными свойствами [1]. Однако сложность биологических систем и необходимость точного прогнозирования их поведения требуют разработки sophisticated вычислительных методов и моделей, что является основным вызовом на пути к предсказуемому биодизайну.

Целью данной работы является формулирование концепции и перспективных направлений исследований по созданию системы компьютерного проектирования живых систем для задач синтетической биологии. Для достижения цели поставлены следующие задачи: выявить основные технологические вызовы в области синтетической биологии; проанализировать возможности интеграции разнородных биологических данных; определить ключевые технологии искусственного интеллекта (ИИ) и математического моделирования для построения точных прогнозных моделей.

Основная часть

Синтетическая биология представляет собой междисциплинарную область, где современные компьютерные технологии выступают интегратором и основным инструментом принятия решений. Анализ позволяет выделить три ключевых технологических направления, требующих углубленных исследований [2]:

1. Создание многоуровневого цифрового двойника клетки.

Основой системы должно стать не статичное, а динамическое виртуальное представление клетки – ее «цифровой организм». Этот двойник должен интегрировать данные на нескольких уровнях:

- Геномный уровень: полные последовательности дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), данные об эпигенетических модификациях и профилях экспрессии генов, полученные с помощью NGS-секвенирования.
- Протеомный уровень: данные о количестве и пространственной структуре белков, их посттрансляционных модификациях и взаимодействиях.
- Метаболический уровень: карты метаболических путей, кинетические параметры ферментов, данные о потоках метаболитов, полученные методами масс-спектрометрии.
- Динамический уровень: потоковые данные в реальном времени о концентрациях метаболитов, уровне экспрессии генов, состоянии клеточного цикла.

Исследовательской задачей является разработка методов семантической интеграции этих разнородных данных, когда информация об изменении экспрессии гена автоматически коррелирует с данными о метаболических потоках и состоянием сигнальных путей, формируя целостную картину клеточного состояния. Такой подход позволяет не только описывать

текущее состояние системы, но и моделировать ее отклик на внешние воздействия или генетические модификации [3].

2. Разработка гибридных алгоритмов ИИ для проектирования генетических конструкций.

Для синтетической биологии характерна необходимость предсказания поведения сложных генетических систем. Перспективные исследования должны быть направлены на создание гибридных моделей, сочетающих физическое моделирование и машинное обучение.

Проектирование промоторов и регуляторных элементов: чистые модели машинного обучения, предсказывающие силу промотора на основе последовательности ДНК, могут давать сбой при работе с новыми, ранее не встречавшимися последовательностями. Гибридный подход предполагает использование физически обоснованных моделей, параметры которых калибруются с помощью алгоритмов глубокого обучения, что повышает их предсказательную силу и обобщающую способность.

Оптимизация метаболических путей: задача выходит за рамки простого предсказания потоков. Необходимы модели, способные прогнозировать токсические эффекты и буферную емкость метаболической сети. Для этого применяются рекуррентные нейронные сети, анализирующие динамику накопления интермедиатов, и предсказывающие точки метаболического коллапса, что критически важно при проектировании штаммов-продуцентов для промышленной биотехнологии [4]. Примеры конкретных задач и применяемых методов искусственного интеллекта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пример применения ИИ для проектирования биологических систем

Задача проектирования	Используемые данные	Алгоритм ИИ / метод моделирования	Прогнозируемый результат
Оптимизация кодонов	Последовательность гена, данные об экспрессии	Глубокое обучение с учетом вторичной структуры РНК	Оптимальная кодоновая адаптация с увеличением экспрессии на 40 – 60 %
Проектирование ферментов	3D-структура белка, данные о каталитической активности	Молекулярный докинг	Новая каталитическая активность с точностью предсказания 70 – 80 %
Сборка генетических схем	Характеристики промоторов, RBS, терминаторов	Байесовские сети и механистическое моделирование	Предсказание поведения схемы с точностью 85 – 90 %

3. Разработка автоматизированных платформ для коллективного проектирования.

Ключевой исследовательский вызов – создание не просто инструментов моделирования, а интегрированных сред для совместной работы исследователей. Это требует разработки:

- Стандартизированных биологических частей (BioBricks): создание и каталогизация стандартизированных генетических модулей с предсказуемым поведением, включая промоторы, RBS, гены-репортеры, что является основой для инженерного подхода в биологии [5].

- CLOUD-платформ для моделирования: разработка веб-интерфейсов для удаленного доступа к вычислительным ресурсам и базам данных, позволяющих исследователям проводить сложные вычисления без необходимости установки специализированного ПО. Это снижает порог входа для научных групп, не обладающих значительными вычислительными мощностями.

- Систем контроля версий для биологических проектов: адаптация принципов Git для управления версиями генетических конструкций, экспериментальных данных и протоколов, обеспечивающая прослеживаемость и воспроизводимость исследований, что является краеугольным камнем современной науки.

Интеграция этих трех направлений в единую экосистему позволит создать замкнутый цикл проектирования: от компьютерной модели и симуляции до автоматизированной сборки генетической конструкции в лаборатории и валидации с последующим использованием полученных данных для уточнения и улучшения моделей.

4. Практические приложения и барьеры внедрения.

Разрабатываемая система компьютерного проектирования найдет применение в нескольких ключевых областях:

- Биотехнология и «зеленая» химия: ускоренная разработка микробных штаммов-продуцентов для синтеза биоразлагаемых пластиков, биотоплива, ферментов и пищевых добавок. Моделирование позволяет оптимизировать выход продукта и минимизировать образование побочных метаболитов.

- Медицина и фармацевтика: дизайн клеток для таргетной терапии рака (CAR-T), создание синтетических вакцин и оптимизация производства антибиотиков и сложных фармацевтических субстанций.

- Сельское хозяйство: проектирование симбиотических микробных консорциумов для повышения урожайности и устойчивости растений к патогенам и абиотическим стрессам.

Несмотря на очевидные перспективы, внедрение таких систем сталкивается с барьерами. К ним относятся: недостаточный объем и качество репрезентативных данных для обучения моделей; высокая вычислительная стоимость многомасштабного моделирования; необходимость разработки интероперабельных стандартов для обмена данными между разными платформами; и, наконец, нормативно-правовые и этические вопросы, связанные с выпуском в окружающую среду генетически модифицированных организмов, созданных с помощью алгоритмов ИИ.

Заключение

Проведенный анализ убедительно демонстрирует, что развитие компьютерного проектирования в синтетической биологии является стратегической необходимостью для создания новых биотехнологических решений. Интеграция методов искусственного интеллекта, многоуровневого моделирования и автоматизации экспериментов открывает принципиально новые возможности для конструирования живых систем с заданными свойствами. Предложенная концепция комплексной системы, объединяющей динамический цифровой двойник клетки, гибридные интеллектуальные алгоритмы и адаптивную платформу поддержки решений, задает конкретный вектор для таких разработок.

Успешная реализация этой концепции позволит перейти от эмпирического конструирования биологических систем к их целенаправленному проектированию, что откроет новые возможности в медицине (создание клеток-киллеров для терапии рака), биотехнологии (разработка высокоэффективных штаммов-продуцентов) и фармацевтике (ускорение разработки новых лекарств). Дальнейшие усилия должны быть сосредоточены на преодолении ключевых научно-технических барьеров, включая разработку отечественного программного обеспечения для работы с гетерогенными биологическими данными, формирование репрезентативных массивов информации для обучения моделей и проведение пилотных испытаний, доказывающих практическую эффективность подхода. В конечном счете, создание таких интеллектуальных систем станет краеугольным камнем в обеспечении технологического лидерства России в области биотехнологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пурник П. Э. М., Вайс Р. Вторая волна синтетической биологии: от модулей к системам // Nature Reviews Молекулярно-клеточная биология, 2009. - 410-422 с.
2. Харламова М. Д., Иванов В. Г. Компьютерное проектирование в синтетической биологии: современное состояние и перспективы // Биотехнология, 2023. – 45-56 с.
3. Мачадо Д., Херргорд М. Систематическая оценка методов интеграции транскриптомных данных в основанные на ограничениях модели метаболизма // PLoS Computational Biology, 2014. - 85 с.
4. Нильсен Дж., Кислинг Дж. Д. Инженерия клеточного метаболизма // Клетка, 2016. - 1185-1197 с.
5. Нильсен А. А. К. и др. Автоматизация проектирования генетических схем // Наука, 2016. - 63-84 с.

УДК 004.032.26:519.6

Лончаков Александр Геннадьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lonchakov Alexander Gennadievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Дмитрий Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Dmitry Olegovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ USING GRAPH THEORY TO MODEL REAL-TIME DATA FLOWS

Аннотация. В статье рассматривается применение теории графов для моделирования и анализа потоков данных в реальном времени. Описаны основные типы графов, их характеристики и методы, применяемые для оптимизации сетевых процессов. Особое внимание уделено практическим областям использования теории графов, включая социальные сети, биологию, медицину и финансовый сектор. Проведен эксперимент по моделированию потоков данных с различными топологиями сетей, в ходе которого продемонстрирована эффективность алгоритмов Дейкстры и методов оптимизации маршрутов. Рекомендовано для специалистов в областях математических систем реального времени, а также студентам и исследователям, занимающихся вопросами моделирования потоков данных.

Abstract. This article examines the application of graph theory to modeling and analyzing real-time data flows. It describes the main types of graphs, their characteristics, and methods used to optimize network processes. Particular attention is paid to practical areas of graph theory application, including social networks, biology, medicine, and the financial sector. An experiment on modeling data flows with various network topologies is conducted, demonstrating the effectiveness of Dijkstra's algorithms and route optimization methods. Recommended for specialists in the field of real-time mathematical systems, as well as students and researchers working on data flow modeling.

Ключевые слова: теория графов, потоки данных, моделирование, оптимизация, алгоритм Дейкстры.

Key words: Graph theory, data flows, modeling, optimization, Dijkstra's algorithm.

Введение

Современный мир характеризуется стремительным ростом объемов информации, что стало результатом активной цифровизации всех сфер человеческой деятельности. От социальных сетей до устройств интернета вещей (IoT), от медицинских систем до финансовых операций – каждый аспект жизни генерирует огромное количество данных, которые требуют оперативного анализа и обработки. Для эффективного управления такими данными необходимы мощные инструменты, способные работать в режиме реального времени. Одним из ключевых подходов в этом направлении является использование теории графов.

Теория графов представляет собой математический аппарат, который описывает отношения между объектами в виде структур, состоящих из узлов и связей. Она позволяет моделировать сложные системы, визуализируя взаимосвязи между их компонентами. Представление потоков данных в виде графов открывает возможности для обнаружения закономерностей, выявления аномалий и прогнозирования будущих трендов [1].

Цель данной статьи – исследовать применение теории графов для моделирования потоков данных, начиная с базовых концепций и заканчивая практическими примерами её использования в различных областях.

Основная часть

Теория графов

Граф – это структура, состоящая из узлов (вершин) и связей (рёбер), которые описывают отношения между объектами. Существует множество видов графов: неориентированные, ориентированные, взвешенные, мультимодальные и другие. В контексте анализа потоков данных наиболее востребованы ориентированные и взвешенные графы, поскольку они позволяют учитывать направление и интенсивность потоков.

Основные характеристики графов, которые играют важную роль в анализе потоков данных:

- степень вершины – количество связей, связанных с данной вершиной;
- связность – способность перемещаться между вершинами через рёбра;
- цикличность – наличие замкнутых путей в структуре графа;
- вес рёбер – количественная характеристика силы связи между узлами.

Эти параметры позволяют оценить качество и эффективность потоков данных. Например, высокая связность свидетельствует о доступности информации, а низкая связность может указывать на наличие узких мест в системе.

Одним из ключевых применений теории графов является оптимизация сетевых процессов [2]. Современные системы требуют высокой скорости передачи данных, что делает важным поиск оптимальных маршрутов и устранение препятствий. В этом контексте полезны следующие методы:

- алгоритмы поиска кратчайшего пути (например, алгоритмы Дейкстры или Беллмана-Форда), которые позволяют минимизировать время передачи данных между узлами;
- определение центральных узлов, которые играют важную роль в устойчивости сети, что помогает распределять нагрузку;
- минимальное остовное дерево, позволяющее построить инфраструктуру с минимальными затратами, соединяя все узлы с наименьшими расходами.

Эти подходы способствуют повышению скорости и надёжности обработки данных в реальном времени.

Анализ социальных сетей

Теория графов активно используется для изучения социальных сетей, где пользователи и их взаимодействия образуют сложные структуры. С помощью графов можно решать такие задачи, как:

- выявление сообществ – групп пользователей с общими интересами или поведением;
- прогнозирование связей – предсказание будущих взаимодействий между участниками сети;
- оценка влиятельности – определение наиболее значимых пользователей, которые оказывают сильное влияние на других.

Эти методы помогают компаниям разрабатывать стратегии персонализированной рекламы, повышать вовлечённость аудитории и предотвращать мошеннические действия.

Применение в биологии и медицине

Теория графов также широко используется в биологических и медицинских исследованиях. Например, она применяется для анализа генетических сетей, где узлы представляют гены, а связи – их взаимодействия. Кроме того, графы помогают моделировать распространение заболеваний, что важно для эпидемиологических исследований.

Финансовая аналитика

В финансовой сфере графы используются для мониторинга денежных потоков и выявления подозрительных транзакций. Банки, клиенты и финансовые учреждения образуют сложные графовые структуры, которые можно анализировать для обнаружения необычных схем движения средств. Такие методы помогают бороться с финансовыми преступлениями, включая отмывание денег и финансирование терроризма.

Инструменты для анализа графов

Для работы с графами существует множество специализированных инструментов, среди которых:

- Neo4j – популярная платформа для хранения и обработки графовых данных, обеспечивающая высокую производительность;
- Gephi – мощное программное обеспечение для визуализации и анализа графов, удобное для исследовательских задач;
- NetworkX – библиотека Python, предоставляющая широкий спектр функций для построения, анализа и визуализации графов [3].

Эти инструменты значительно упрощают работу с большими массивами данных и ускоряют получение полезных выводов.

Экспериментальная часть

Экспериментальная часть исследования была проведена с целью анализа эффективности различных сетевых топологий (случайная сетка, дерево, кольцо) в условиях, имитирующих корпоративную сеть, а также оценки влияния алгоритмов маршрутизации на ключевые метрики производительности. Для построения и обработки графов использовалась библиотека NetworkX в среде Python. В ходе эксперимента варьировались параметры сети, включая количество узлов (от 100 до 1000), тип топологии, скорость поступления данных (от 10 до 100 пакетов в секунду) и размер пакета (от 1 Кб до 10 Мб). Потоки данных генерировались искусственно, что позволило воспроизвести условия, соответствующие реальным корпоративным сетям.

Для решения задачи были применены методы теории графов, такие как построение ориентированных взвешенных графов, нахождение кратчайших путей и минимального остовного дерева. В качестве метрик использовались пропускная способность сети, средняя задержка передачи данных, устойчивость к сбоям и эффективность маршрутизации. Кратчайшие пути между узлами вычислялись с использованием алгоритма Дейкстры, где минимальное расстояние до узла v определяется как минимальное значение между текущим расстоянием $d(v)$ и суммой расстояния до соседнего узла $d(u)$ и веса ребра $w(u,v)$. Вычисления осуществлялись по формуле

$$d(v) = \min(d(v), d(u) + w(u, v)). \quad \#(1)$$

Этот процесс повторялся до тех пор, пока не были обработаны все узлы графа.

Пропускная способность сети рассчитывалась как отношение общего объема переданных данных D к времени передачи T по формуле

$$C = \frac{D}{T}, \quad \#(2)$$

где C – пропускная способность, Мбит/с;

D – объем данных, Мбит;

T – время передачи данных, с.

Средняя задержка L_{avg} определялась как среднее арифметическое времени доставки пакетов от источника к получателю по формуле

$$L_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad \#(3)$$

где L_i – задержка для i -го пакета;

n – общее количество пакетов.

Устойчивость к сбоям сети оценивалась через коэффициент связности K , который определяется как отношение количества активных узлов N_{active} к общему числу узлов в сети N_{total} и определяется по формуле

$$K = \frac{N_{active}}{N_{total}}. \quad \#(4)$$

Данный показатель позволяет определить, насколько сеть сохраняет свою функциональность после выхода из строя части узлов [4]. Эффективность маршрутизации оценивалась через снижение средней задержки при использовании алгоритма Дейкстры $L_{Dijkstra}$ по

сравнению с методом обхода в ширину L_{BFS} . Формула для расчета эффективности выглядит следующим образом:

$$E = \frac{L_{BFS} - L_{Dijkstra}}{L_{BFS}} \times 100\%, \#(5)$$

где E - процентное снижение задержки;

L_{BFS} – средняя задержка при обходе в ширину;

$L_{Dijkstra}$ – средняя задержка при использовании алгоритма Дейкстры.

В ходе эксперимента для каждого типа топологии создавались графы с количеством узлов от 100 до 1000. Между случайно выбранными узлами запускались потоки данных с заданной интенсивностью и размером пакетов. Для каждого потока вычислялся оптимальный путь с использованием алгоритмов обхода в ширину и Дейкстры. На основе полученных данных измерялись средняя задержка передачи данных, пропускная способность сети, а также устойчивость к сбоям. Если передано 500 Мбит данных за 10 секунд, то пропускная способность составляет $C = \frac{500}{10} = 50$ Мбит/с. Если задержки для пяти пакетов составляют 10, 15, 20, 25 и 30 мс, то средняя задержка равна $L_{avg} = \frac{10+15+20+25+30}{5} = 20$ мс. При сравнении эффективности маршрутизации, если средняя задержка при обходе в ширину составляет 100 мс, а при алгоритме Дейкстры – 70 мс, то снижение задержки составит $E = \frac{100-70}{100} \times 100\% = 30\%$.

Для наглядного представления характеристик различных топологий ниже приведена таблица 1, которая обобщает их ключевые параметры.

Таблица 1 – Сравнения топологий

Характеристика	Случайная сетка	Дерево	Кольцо
Масштабируемость	Низкая	Средняя	Высокая
Средняя задержка	Средняя	Низкая	Высокая
Пропускная способность	Средняя	Высокая	Низкая
Устойчивость к сбоям	Высокая	Низкая	Средняя
Сложность управления	Высокая	Низкая	Низкая
Ключевая проблема	Высокая вычислительная нагрузка	Узкое горло в корне	Длина пути
Метод оптимизации	Алгоритм Дейкстры	Резервирование корня	Перекрестные связи

Заключение

Таким образом, теория графов стала важным инструментом для моделирования и анализа потоков данных в реальном времени. Её универсальность и гибкость делают возможным эффективное исследование разнообразных систем, от социальных сетей до биологических организмов. Благодаря использованию соответствующих алгоритмов и технологий, специалисты получают мощные средства для принятия обоснованных решений и повышения эффективности своих организаций.

Проведенные эксперименты показали высокую эффективность использования теории графов для моделирования и управления потоками данных в реальном времени. Особенно перспективными оказались методы динамического перераспределения маршрутов и использование адаптивных механизмов балансировки нагрузки. Таким образом, применение теории графов значительно улучшает качество обслуживания пользователей и повышает общую производительность системы обработки данных.

Данное исследование будет полезным как для студентов и магистрантов, так и для более опытных специалистов данной области.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Экспериментальная теория графов и алгоритмы анализа сетевых моделей / А. А. Кочкаров, С. В. Макрушин, В. Е. Каменчук, Н. В. Блохин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2024. – 162 с. – ISBN 978-5-406-12531-1. – EDN VSRWXJ.

2. Алябьева, Т. В. Применение алгоритма фиксированной маршрутизации для минимизации среднего времени задержки в сети / Т. В. Алябьева, Д. А. Савинский // Математические методы и инновационные научно-технические разработки. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2014. – С. 101-110. – EDN UEDGFL.
3. Использование пакета библиотек networkx для решения расчетных задач модернизации транспортных сетей связи / С. А. Ясинский, А. Н. Зюзин, Д. А. Журавлев, Б. Г. Репин // Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал. – 2022. – Т. 2, № 14. – С. 50-56. – EDN DIIDVW.
4. Mathematical model of reliability of information processing computer appliances for real-time control systems / A. V. Aab, P. V. Galushin, A. V. Popova, V. A. Terskov // Siberian Journal of Science and Technology. – 2020. – Vol. 21, No. 3. – P. 296-302. – DOI 10.31772/2587-6066-2020-21-3-296-302. – EDN PHQBRs.

УДК 004.946

Лончаков Александр Геннадьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lonchakov Alexander Gennadievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ДЛЯ УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА DIGITAL TWIN FOR SMART MANUFACTURING

Аннотация. Статья посвящена исследованию концепции цифрового двойника и его применению в сфере умного производства. Основное внимание уделено вопросам мониторинга, анализа и оптимизации производственных процессов в реальном времени. Рассмотрены ключевые преимущества внедрения цифровых двойников, а также современные технологии, используемые для их создания. Проведен анализ существующих проблем и перспектив дальнейшего развития цифровых двойников в промышленной среде. Рекомендовано для специалистов в областях цифрового моделирования на производстве, а также студентам и исследователям, занимающимся вопросами цифрового двойника на производстве.

Abstract. This article explores the concept of the digital twin and its application in smart manufacturing. It focuses on monitoring, analyzing, and optimizing production processes in real time. It examines the key benefits of implementing digital twins, as well as the modern technologies used to create them. It also analyzes existing challenges and prospects for the further development of digital twins in the industrial environment. Recommended for specialists in digital modeling in manufacturing, as well as students and researchers working on digital twins in manufacturing.

Ключевые слова: умное производство, цифровой двойник, оптимизация производства, интернет-вещей, машинное обучение.

Key words: smart manufacturing, digital twin, production optimization, Internet of Things, machine learning.

Введение

Актуальность. Цифровые технологии внедряются во все сферы жизни в том числе и в промышленности. Концепция цифрового двойника представляет собой виртуальное представление физической системы или процесса, которое позволяет осуществлять мониторинг, анализ и оптимизацию в реальном времени [1]. В контексте «умного» производства цифровой двойник может использоваться для моделирования и оптимизации производственного процесса, прогнозирования, а также повышения эффективности и качества производства.

Цель работы: изучение способов применения цифровых двойников в контексте умного производства и выявление главных критериев создания цифровых двойников.

Степень разработанности темы. Концепция цифрового двойника активно развивается как в России, так и за рубежом. Несмотря на то, что за рубежом и в России уже есть успеш-

ные примеры реализации концепции цифрового двойника для умного производства, данная область остаётся предметом активного изучения и требует дальнейших исследований и практических внедрений.

Основная часть

Умное производство – это современная концепция, которая объединяет в себе цифровые технологии, робототехнику, автоматизацию и аналитику данных для создания взаимосвязанной системы, повышающей эффективность, гибкость и качество производства. В умное производство входят передовые технологии, такие как искусственный интеллект, интернет вещей (IoT) и большие данные аналитика для оптимизации производственных процессов и повышения эффективности [1].

Сложность производственной среды растет, а задачи, связанные с производством, становятся все более индивидуальными. В результате производственная система требует высокой степени когнитивных и обучающих навыков с точки зрения анализа и модификации производственного процесса. Для этих выполнений этих требований используют цифровые двойники [2].

Цифровой двойник не тоже самое, что и модель симуляции. Главное отличие цифрового двойника от модели симуляции – в постоянной связи с реальным объектом и обновлении в режиме реального времени.

В умном производстве цифровой двойник может быть подключен к реальным датчикам и другим устройствам, что позволяет обновлять его в режиме реального времени на основе данных, собранных в ходе производственного процесса.

Основные области применения цифровых двойников в умном производстве:

- Авиационная промышленность: создание цифровых моделей самолетов и компонентов для тестирования аэродинамики, поведения при перегрузках, вибрациях, высоких температур и других условий.
- Автомобильная промышленность: цифровой двойник конвейера позволяет оптимизировать работу производства, обнаруживать сбои и неисправности, а также помогает автоматизировать ремонт.
- Индустрия возобновляемой энергетики: моделирование работы турбин, генераторов и трансформаторов на предприятии;
- Телекоммуникационная отрасль: управление сложными сетевыми инфраструктурами для повышения качества связи и внедрение новых технологий, таких как 5G и 6G.

Архитектура цифрового двойника для умного производства обычно включает следующие основные компоненты, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные компоненты архитектуры цифрового двойника для умного производства

Компонент	Назначение
Физическая система	Производственное оборудование, станки, линии, датчики
Система сбора данных (IoT-платформа)	Считывает и передаёт данные с оборудования в цифровую модель
Цифровая модель	Виртуальная копия физической системы, содержащая параметры, модели поведения и симуляции
Хранилище данных и аналитика	Используется для анализа больших данных, машинного обучения и прогнозирования
Интерфейс пользователя	Панель мониторинга, визуализация, системы поддержки решений

Некоторые преимущества использования цифровых двойников в умном производстве включают:

1) Повышение производительности и эффективности: моделируя производственные процессы и выявляя потенциальные узкие места и неэффективные процессы, производители могут оптимизировать свои операции для повышения производительности и сокращения отходов.

2) Прогностическое обслуживание: цифровые двойники могут использоваться для мониторинга производительности оборудования и выявления потенциальных проблем до то-

го, как они приведут к простому или дорогостоящему ремонту, что позволяет производителям заблаговременно планировать мероприятия по техническому обслуживанию.

3) Улучшенный контроль качества: контролируя производительность оборудования и производственных процессов в режиме реального времени, производители могут выявлять дефекты и отклонения на ранних этапах производственного процесса, снижая вероятность появления дефектов в готовой продукции.

4) Снижение затрат: определяя возможности оптимизации и сокращения отходов, производители могут экономить на материалах, энергии и рабочей силе.

Ключевой технологией для построения цифрового двойника является технология компьютерного инженерного анализа (CAE). Также, не менее важными технологиями являются система автоматизированного проекта (CAD), компьютеризированное производство (CAM), управление данными об изделии (PDM) и управление жизненным циклом изделия (PLM).

Развитие технологий имитационного и математического моделирования и инструментов для сквозной интеграции CAD/CAE-систем с PDM/PLM позволило перейти к практической реализации концепций цифрового двойника в умном производстве [3].

Основными вызовами внедрения цифровых двойников в умное производство являются:

- 1) высокая стоимость внедрения и модернизации оборудования;
- 2) необходимость стандартизации данных и совместимости систем;
- 3) кибербезопасность и защита информации;
- 4) дефицит квалифицированных специалистов в области ИИ и анализа данных.

Цифровые двойники используют целый ряд постоянно эволюционирующих технологий, таких как: методы сбора, передачи и обработки данных, высокопроизводительные вычислительные средства и математические модели физических процессов. Также цифровые двойники используют алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения, которые работают с огромным количеством данных [4].

Однако, в некоторых случаях, данные с датчиков могут теряться, исказиться или прийти в другой последовательности. Также остается проблема получения данных процессов, которые протекают в экстремальных условиях, например, высокие температуры и давление или в химических и биологических реакциях. В этих случаях, получение данных будут зависит только от тех характеристик, которые можно измерить.

Еще одной проблема заключается в избытке полученных данных. Например, современный авиационный двигатель можно оснастить огромным количеством датчиков, которые будут генерировать огромные объемы данных. Но при правильно созданном цифровом двойнике, который детально описывает реальный объект или процесс, количество датчиков можно свести к минимуму [3].

Заключение

В ходе проведенного исследования цифрового двойника в умном производстве были изучены способы и области применения цифрового двойника. Цифровой двойник является перспективным направлением, который имеет ряд преимуществ, является неотъемлемой частью умного производства и играют ключевую роль в переходе промышленности к новой цифровой парадигме. Исследование показывает, что использование цифровых двойников способствует повышению производительности, снижению затрат и улучшению контроля качества продукции. Обозначены важнейшие направления технологического прогресса, включая компьютерное проектирование (CAD), автоматизированное производство (CAM), управление жизненным циклом изделий (PLM) и компьютерный инжиниринг (CAE). Отмечаются трудности, возникающие при создании эффективных цифровых двойников, особенно в ситуациях, связанных с обработкой больших объемов данных и обеспечением точности измерений в сложных производственных процессах. Несмотря на существующие вызовы, развитие технологий интернета вещей, искусственного интеллекта и больших данных создаёт прочную основу для массового распространения цифровых двойников в ближайшие годы. Данное исследование будет полезным как для студентов и магистрантов, так и для более опытных специалистов данной области.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петров, А. В. Цифровые двойники - цифровые тени - цифровые двойники / А. В. Петров // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2024. – № 52. – С. 73-81. – DOI 10.51215/2411-6483-2024-52-73-81. – EDN AJZAVW.
2. Цифровые двойники: ключ к цифровой трансформации / М. Аллакулиев, А. Батырова, С. Аннабаев, А. Атаев // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – Т. 1, № 10-2. – С. 40-41. – EDN MEDDBP.
3. Обласов, А. А. Технология цифровых двойников как императив цифровой трансформации / А. А. Обласов // Наукосфера. – 2025. – № 4-1. – С. 32-39. – DOI 10.5281/zenodo.15181398. – EDN LNWURU.
4. Монастырская, Е. И. Цифровой двойник / Е. И. Монастырская, А. А. Обласов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 16–17 ноября 2023 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 512-515. – EDN HTVRTM.

УДК 519.17

Лосев Александр Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт прикладной математики ДВО РАН

Losev Alexander Sergeevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Applied Mathematics Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

ДОМИНАНТНЫЕ СВЯЗИ В ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ СВЯЗНОСТИ ДВУХПОЛЮСНИКОВ

DOMINANT CONNECTIONS IN ASSESSING THE PROBABILITY OF CONNECTIVITY OF TWO-TERMINAL NETWORKS

Аннотация. В работе исследуется задача повышения надежности низконадежного двухполюсника через влияния на отдельные ребра, именуемые доминантными. Доказано, что численные характеристики таких ребер формируют асимптотическую оценку времени жизни всего двухполюсника, а изменение их параметров приводит максимально возможному увеличению надежности всего двухполюсника по сравнению с прочими ребрами.

Abstract. This paper examines the problem of increasing the reliability of a low-reliability two-terminal network by influencing individual edges, called dominant edges. It is proven that the numerical characteristics of these edges form an asymptotic estimate of the lifetime of the entire two-terminal network, and changing their parameters leads to the maximum possible increase in the reliability of the entire two-terminal network compared to other edges.

Ключевые слова: граф, двухполюсник, связность, надежность, доминантные связи, сетевые структуры.

Key words: graph, bipolar network, connectivity, reliability, dominant connections, network structures.

Введение

Задача обеспечения надежной работы сложных по структуре и организации технических систем (робототехнических комплексов, гидростанций, атомных и газовых хранилищ и так далее) не теряет своей актуальности. Работы по теории надежности таких известных авторов, как И.А. Рябинин, Е.Д. Соложенцев, В.А. Дурденко, А.А. Рогожин, пополняются новыми методами точного вычисления надежности и приближенными оценками, однако проблема вычислительной сложности остается актуальной, особенно при естественном увеличении размерности исследуемых систем. Частично данная проблема решается использованием современных информационных технологий, а именно, распараллеливанием и применением искусственного интеллекта.

Помимо этого, проблемы высокой размерности, решаются рассмотрением их теоретико-графовых моделей (графов) при различных предельных условиях, накладываем на надежность отдельных элементов. Здесь необходимо отметить, модель случайного графа Эрдеша-Реньи [1], которая нашла своё отражения в работах [2, 3]. Она позволяет оценить характеристики графа при известном правиле образования ребер. Модель широко используются при изучении особенностей образования связей и функционирования сетей вида Интернет, транспортных, социальных, биологических, коммунальных и т.д. А также при решении смежных задач надежности, например, задачи о перколяции, которая имеет особый интерес, как с позиции физико-химических процессов, здесь речь идёт фазовых переходов, которые зависят от порога протекания [2], так и со стороны математики, здесь интерес вызывает сама структура, обеспечивающая процесс перколяции [3].

Однако, в физических моделях зачастую речь идёт о симметричных решетчатых графах и о простейших моделях, называемых перколяцией Бернулли, а в математических исследуются случайные графы общего вида в которых правила структурообразования носят вероятностный характер, что сильно усложняет процесс поиска решения и сужает область применения. Поэтому вопрос разработки новых методов и подходов оценки надежности, эксплуатируемых систем остается актуальным.

Основная часть

Рассмотрим неориентированный граф $\Gamma(U, W)$ с конечным множеством вершин $U = \{u_1, \dots, u_n\}$ и множеством ребер $W = \{w_{ij} : i \neq j, u_i, u_j \in U\}$ (без петель и кратных ребер). На множестве вершин U зафиксируем начальную u_1 и конечную u_n вершины, полагая, что Γ двухполюсник. Обозначим $\mathcal{R}$ множества всех ациклических путей $R_i, 1 \leq i \leq r$, между вершинами u_1 и u_n . В работе [4] получены асимптотические соотношения характеризующие P_Γ вероятность связности двухполюсника Γ , состоящего из низконадежных независимых ребер $p_w(h) \rightarrow 0, w \in W$, а именно доказана теорема 1. Здесь и далее будем считать, что двухполюсник связный если существует хотя бы один ациклический путь между начальной u_1 в конечной u_n вершиной.

Теорема 1. Если $p_w(h) \rightarrow 0$ при $h \rightarrow 0$, то

$$P_\Gamma \sim \sum_{R \in \mathcal{R}} \prod_{w \in R} p_w(h), \quad h \rightarrow 0. \quad (1)$$

Введем в рассмотрение случайную величину $T(w)$ характеризующую время жизни ребра $w \in W$ в двухполюснике Γ , и

$$T(\Gamma) = \max_{R \in \mathcal{R}} \min_{w \in R} T(w)$$

время жизни всего двухполюсника. Положим $p_w(t) = P(T(w) > t)$ вероятность сохранения работоспособного состояния ребра w в течении времени t независимо от других ребер. Заменой $h = 1/t$ получим соотношение (2), характеризующее $P(T(\Gamma) > t)$ время жизни двухполюсника Γ . Далее, везде под $|A|$ будем понимать число элементов, содержащихся во множестве A .

Утверждение 1. Пусть $p_w(t) \sim \exp(-t^{\alpha_w})$ при $t \rightarrow \infty, \alpha_w > 0, w \in W$, тогда

$$\ln P(T(\Gamma) > t) = \ln P_\Gamma(t) \sim -\beta t^\alpha, \quad t \rightarrow \infty, \quad (2)$$

где

$$\alpha = \min_{R \in \mathcal{R}} \alpha_R, \alpha_R = \max_{w \in R} \alpha_w, \beta = \min_{R \in \mathcal{R}: \alpha_R = \alpha} |\{w \in R: \alpha_w = \alpha\}|.$$

Соотношение (2) может быть использовано для оценки время продолжительности жизненного цикла двухполюсного соединения, когда продолжительность жизни его ребер подчиняется распределению Вейбулла. Данное распределение применяется в задачах теории надежности для оценки времени жизни различных технических систем [4].

В работе [5] введено понятие доминантной связи, как ребра, которое ничем не отличается по своим характеристикам от остальных ребер, но вносят определяющий вклад в

надежность всего графа. Следовательно, изменение параметров такого ребра позволяет изменить надежность графа без дополнительного резервирования или дублирования ребер. В нашем случае, асимптотические соотношения (1), (2) построены на перечислении и выделении таких доминантных ребер. Действительно, покажем, что изменение именно этих ребер позволят значительно повысить надежность всего графа. Обозначим множество доминантных ребер соответственно через

$$S = \bigcup_{R \in \mathcal{R}} \{w \in R\}, S' = \bigcup_{R \in \mathcal{R}: \alpha = \alpha_R} \{w \in R: \alpha = \alpha_w\}. \quad (3)$$

Рассмотрим, как изменяется время жизни всего двухполюсника Γ в зависимости от изменения параметров ребер из множества S' .

Утверждение 2. Если $p_w(t) \sim \begin{cases} \exp(-t^{\alpha_w}) & , w \in W \setminus S' \\ \exp(-t^{\alpha_w - \varepsilon}) & , w \in S' \end{cases}$ при $t \rightarrow \infty$ и $\alpha_w > 0$, то

$$\ln P(T(\Gamma) > t) = \ln P_\Gamma(t) \sim -\beta t^{\alpha - \varepsilon}, t \rightarrow \infty, \quad (4)$$

где $0 < \varepsilon < \min_{w \in W: \alpha \neq \alpha_w} |\alpha - \alpha_w|$.

Полученный результат можно перенести на случай, когда двухполюсники Γ_1, Γ_2 образуют последовательное соединение $\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2$ и параллельное соединение $\Gamma_1 \parallel \Gamma_2$.

Утверждение 3. При условии $\ln P_i(t) \sim -\beta_i t^{\alpha_i}$, $i = 1, 2$, $t \rightarrow \infty$ верно

$$\ln P_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2}(h) \sim -\beta_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2} t^{\alpha_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2}}, \quad (5)$$

$$\ln P_{\Gamma_1 \parallel \Gamma_2}(h) \sim -\beta_{\Gamma_1 \parallel \Gamma_2} t^{\alpha_{\Gamma_1 \parallel \Gamma_2}}, \quad (6)$$

$$\text{где } \alpha_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2} = \max(\alpha_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_2}), \quad \beta_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2} = \begin{cases} \beta_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_1} > \alpha_{\Gamma_2}, \\ \beta_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} < \alpha_{\Gamma_2}, \\ \beta_{\Gamma_1} + \beta_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} = \alpha_{\Gamma_2}, \end{cases} \quad S'_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2} = \begin{cases} S'_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_1} > \alpha_{\Gamma_2}, \\ S'_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} < \alpha_{\Gamma_2}, \\ S'_{\Gamma_1} \cup S'_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} = \alpha_{\Gamma_2}. \end{cases}$$

$$\alpha_{\Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2} = \min(\alpha_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_2}),$$

$$\beta_{\Gamma_1 \parallel \Gamma_2} = \begin{cases} \beta_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_1} < \alpha_{\Gamma_2}, \\ \beta_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} > \alpha_{\Gamma_2}, \\ \min(\beta_{\Gamma_1}, \beta_{\Gamma_2}), \alpha_{\Gamma_1} = \alpha_{\Gamma_2}, \end{cases} \quad S'_{\Gamma_1 \parallel \Gamma_2} = \begin{cases} S'_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_1} < \alpha_{\Gamma_2}, \\ S'_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} > \alpha_{\Gamma_2}, \\ S'_{\Gamma_1}, \alpha_{\Gamma_1} = \alpha_{\Gamma_2}, \beta_{\Gamma_1} > \beta_{\Gamma_2}, \\ S'_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} = \alpha_{\Gamma_2}, \beta_{\Gamma_1} < \beta_{\Gamma_2}, \\ S'_{\Gamma_1} \cup S'_{\Gamma_2}, \alpha_{\Gamma_1} = \alpha_{\Gamma_2}, \beta_{\Gamma_1} = \beta_{\Gamma_2}. \end{cases}$$

Заключение

В работе решена задача увеличения надежности низконадежного двухполюсника через влияние на доминантные ребра. Критерием выбора таких ребер выступают числовые значения асимптотических параметров, полученного соотношения, характеризующего надежность всего двухполюсника при условии, когда надежность отдельного ребра подчиняется распределению Вейбулла. Доказано, что изменение параметров доминантных ребер приводит к значительному увеличению надежности всего двухполюсника по сравнению с прочими ребрами, а полученные асимптотические соотношения требуются на порядок меньше арифметических операций по сравнению с прямыми методами счета (метод Мура-Шеннона, вычисление полной вероятности, логико-вероятностные методы) и позволяет достигать необходимого результата за меньшее время.

Благодарности.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПМ ДВО РАН (№ 075-00459-25-00).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Erdos, P. On the evolution of random graphs / P. Erdos, A. Renyi // Magyar Tud. Akad. Mat. Kutato Int. Kozl. – 1960. – Vol.5. – Pp. 17-61.
2. Райгородский, А. М. Экстремальные задачи в раскрасках гиперграфов / А. М. Райгородский, Д. Д. Черкашин // УМН. – 2020. – Т.75(1). – №451. – С. 95-154.
3. Hofstad, R. Random graphs and complex networks / R. Hofstad. – Cambridge University Press – 2017.
4. Tsitsiashvili, G. Sh. Analysis of stochastic models: analytical results and computational algorithms / G. Sh. Tsitsiashvili, A. S. Losev, M. A. Osipova. – Kazan : Buk – 2023.
5. Лосев, А. С. Доминантные связи в высоконадежных двухполюсных соединениях / А. С. Лосев // ДВМЖ. – 2025. – Т.25. – №1. – С. 61-66.

УДК 004.056.5

Малаховец Алина Ильинична, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Malakhovets Alina Ilyinichna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Баранов Ярослав Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Baranov Yaroslav Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshchev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

О ПОДХОДЕ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРИМЕТРА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

ON THE APPROACH TO ENSURING INFORMATION SECURITY OF THE PERIMETER OF A LOCAL NETWORK

Аннотация. Статья посвящена решению практической задачи обеспечения безопасности информационной системы, обрабатывающей данные с высоким уровнем значимости, в соответствии с требованиями установленного класса защищенности. Представлена детализированная методика построения защищенного периметра, основанную на принципах многоуровневой защиты и сегментации сети. В работе приводится конкретный набор применяемых сертифицированных и современных open-source средств и обосновывается их совместное использование для создания эшелонированной системы обороны.

Abstract. The article is devoted to solving the practical problem of ensuring the security of an information system that processes data with a high level of significance, in accordance with the requirements of the established security class. A detailed methodology for constructing a secure perimeter based on the principles of multilevel protection and network segmentation is presented. The paper provides a specific set of certified and modern open-source tools used and justifies their joint use to create a layered defense system.

Ключевые слова: информационная безопасность, сеть, администрирование, СЗИ, Suricata, сегментация сети.

Key words: information security, network, administration, ISS, Suricata, network segmentation.

Введение

Обеспечение безопасности периметра сети предприятия является актуальной задачей для любой организации в условиях растущего количества угроз информационной безопасности [1]. Традиционные подходы к защите информации, основанные на использовании одного или нескольких средств обеспечения информационной безопасности могут оказаться неэффективными при проведении целевых атак на системы [2]. Это определяет необходимость применения комплексных решений, обеспечивающих многоуровневую защиту критически важных сегментов сети.

Целью работы является разработка информационной системы безопасности для периметра локальной сети с использованием средств защиты имеющих сертификацию ФСТЭК (Федеральная служба по техническому и экспортному контролю), а также с использованием open-source решений для имитирования и выявления внешних и внутренних угроз для сети.

В работе рассматривается подход к построению эшелонированной системы безопасности периметра сети, основанный на интеграции современных средств защиты, выделении определенных сегментов и физическом разделении. Основное внимание уделяется вопросам сегментации сети, использованию систем обнаружения и предотвращения вторжений, организации контроля доступа и мониторинга безопасности. Отметим высокое значение вопросов корреляции событий безопасности и организации единого центра управления.

Основная часть

Основой подхода является принцип defense in depth (глубокоэшелонированная оборона), предполагающий создание нескольких независимых уровней защиты. Такой подход позволяет обеспечить безопасность информационной системы даже в случае компрометации одного из защитных механизмов.

Для демонстрации была разработана многоуровневая архитектура безопасности, включающая три основных эшелона защиты. Первый эшелон представляет собой традиционные средства безопасности периметра – межсетевые экраны и системы обнаружения вторжений. Второй эшелон включает средства контроля доступа и защиты рабочих станций. Третий, наиболее глубокий эшелон, состоит из систем мониторинга и анализа событий безопасности.

Рассмотрим предлагаемую схему подключения устройств в сети предприятия (рисунок 1).

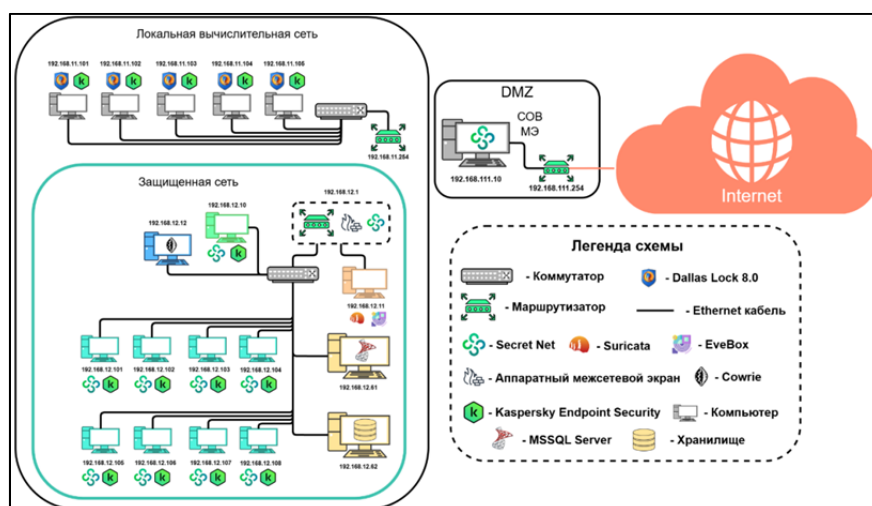


Рисунок 1 – Схема сети

Она состоит из DMZ (демилитаризованная зона), которая служит буферной зоной между внутренней сетью и внешней сетью, например, Интернет, содержащей веб-сервер и другие публично доступные сервисы [3]. На периметре необходимо установить систему обнаружения вторжений и межсетевой экран, например, Secret Net Studio.

Локальная вычислительная сеть (рассматриваемая как контейнер), содержит рабочие станции пользователей, каждая из которых защищена индивидуальными средствами, включая антивирусное программное обеспечение и системы контроля доступа в составе средств защиты информации от несанкционированного доступа.

Защищенная сеть (внутри контейнерной локальной сети) представляет собой изолированную зону с дополнительными серверами и рабочими станциями, включая специализированное оборудование для мониторинга и управления информационной безопасностью.

Пусть класс защищенности К1 присвоен информационной системе на основании Приказа ФСТЭК России №17 [4]. Несмотря на объектовый масштаб (рассматриваем предприятие без филиалов), пусть в ЛВС обрабатывается информация с высоким уровнем значимости (УЗ 1). Это обусловлено тем, что нарушение целостности технологических данных может приве-

сти к производству брака и созданию угрозы безопасности, а нарушение конфиденциальности – к существенному экономическому ущербу. Сочетание объектового масштаба и УЗ 1 определяет класс К1.

Для соответствия требованиям класса К1 необходимо реализовать комплексный подход, основанный на многоуровневой защите, сегментации сети и применении сертифицированных средств защиты [5].

Для обеспечения комплексной защиты доступ к системе усилен двухфакторной аутентификацией с использованием аппаратных токенов, а управление информационными потоками осуществляется через мандатный контроль доступа на базе СЗИ Secret Net Studio и Dallas Lock 8.0. На уровне рабочих станций настроена замкнутая программная среда для запуска только разрешенного программного обеспечения и развернута антивирусная защита Kaspersky Endpoint Security. Сетевой периметр и границы сегментов контролируются межсетевыми экранами, а для выявления угроз используется система обнаружения вторжений Suricata и система-приманка Cowpie. Все события безопасности от этих компонентов централизованно собираются и анализируются с помощью интерфейса EveBox, что обеспечивает возможность оперативного реагирования на инциденты. Данные меры хоть и являются избыточными, но позволяют в реальном времени оценить возможные атаки на информационную систему.

Заключение

В данной работе был рассмотрен один из подходов к обеспечению информационной безопасности периметра локальной сети. Реализованная архитектура, основанная на принципах сетевой сегментации и с использованием современных средств защиты, позволяющих создать комплексный механизм противодействия как внешним, так и внутренним угрозам.

В качестве особенностей предлагаемого решения отметим: систему обнаружения вторжений (Suricata) и средств контроля доступа (Secret Net Studio, Dallas Lock). Дополнительно используемые средства визуализации событий в сети позволяют оперативно реагировать на инциденты и помимо регистрации событий безопасности, существует возможность анализа использованных векторов атак.

Локальная вычислительная сеть представлена как контейнер, что позволяет дополнять ее необходимыми сегментами и разграничивать используемые средства защиты информации на предприятии. Выделение отдельной зоны для взаимодействия с внешней сетью обеспечивает дополнительный уровень защищенности сети самого предприятия, поскольку в случае успешной реализации атаки злоумышленником его внимание будет сконцентрировано на honeypot.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Крылов, Е. С. Современные угрозы информационной безопасности корпоративных сетей / Е. С. Крылов // Труды СПИИРАН. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 45–53.
2. Петров, А. В. Оценка эффективности традиционных и современных средств защиты сетевого периметра / А. В. Петров, К. Д. Сидоров // Вопросы кибербезопасности. – 2024. – Т. 8, № 1. – С. 28–36.
3. ГОСТ Р 57580.1-2023 Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Базовый набор организационных и технических мер. – Введ. 2024-01-01. – М.: Стандартинформ, 2023. – 45 с.
4. Приказ ФСТЭК России от 11.07.2023 № 119 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». – Режим доступа: СПС «КонсультантПлюс».
5. Симонов, С. В. Сегментация сети как метод повышения безопасности информационной инфраструктуры / С. В. Симонов // Информационная безопасность. – 2023. – № 5. – С. 34–40.

УДК 004.056.5

Малаховец Алина Ильинична, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Malakhovets Alina Ilyinichna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshchev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВЕРА БЕЗОПАСНОСТИ SECRET NET STUDIO ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗАЩИЩЁННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ USING THE SECRET NET STUDIO SECURITY SERVER TO BUILD A SECURE INFRASTRUCTURE

Аннотация. В статье рассматривается практическое применение отечественного сервера безопасности Secret Net Studio для построения централизованной системы защиты хостового уровня. В работе рассмотрены вопросы развертывания системы: от установки сервера безопасности и центра управления до подключения клиентской станции и проверки функционирования системы защиты информации. Стоит отметить, что подобные решения достаточно просто масштабируются на более количество конечных устройств. Результатом работы является готовая к использованию защищенная инфраструктура, обеспечивающая контроль доступа, мониторинг событий и централизованное управление политиками безопасности.

Abstract. The article discusses the practical application of the domestic Secret Net Studio security server to build a centralized host-level security system. The paper considers the issues of system deployment: from installing a security server and a control center to connecting a client station and verifying the functioning of the information security system. It is worth noting that such solutions are quite easy to scale to a larger number of endpoints. The result is a ready-to-use secure infrastructure that provides access control, event monitoring, and centralized management of security policies.

Ключевые слова: Secret Net Studio, информационная безопасность, сеть, администрирование, сервер безопасности.

Key words: Secret Net Studio, information security, network, administration, security server.

Введение

Современный этап цифровой трансформации характеризуется повсеместным внедрением распределенных информационных систем и облачных технологий. Однако параллельно с ростом их сложности наблюдается эскалация угроз информационной безопасности, особенно целевых атак, ориентированных на кражу информации ограниченного доступа [1]. Традиционные средства защиты периметра сети, зачастую оказываются неэффективными в условиях распространения удаленной работы и концепции BYOD (от англ. Bring Your Own Device) [2].

Акцент в обеспечении информационной безопасности – защита конечных точек (хостов) – рабочих станций и серверов, где непосредственно обрабатывается и хранится информация. Концепция активного аудита и контроля безопасности, реализуемая на уровне операционной системы, является основополагающей при построении защищенной сети. Такой подход подразумевает не только предотвращение инцидентов, но и их оперативное выявление, расследование и парирование последствий [3]. Эффективная реализация данной концепции невозможна без централизованной системы управления, способной обеспечивать единообразие политик безопасности, мониторинг их соблюдения и сбор данных о событиях со всех защищаемых узлов в масштабах организации.

Одним из перспективных отечественных решений позволяющим реализовать требуемый подход, является сервер безопасности Secret Net Studio. Данный программный комплекс представляет собой инструмент для построения централизованной системы защиты хостового уровня, соответствующий требованиям регуляторов [4]. Целью настоящего исследования является анализ возможностей применения Secret Net Studio для построения целостной защищенной инфраструктуры и демонстрация процесса его развертывания.

Основная часть

Была настроена и спроектирована виртуальная сеть (рисунок 1). На схеме представлена топология сети, включающая компьютер «Злоумышленник» с доступом через сеть интернет, коммутатор с подсетью 192.168.12.0/24. В одну сеть подключены «Сервер безопасности» с установленным Secret Net Studio и клиенты, на который будет установлены средства защиты.

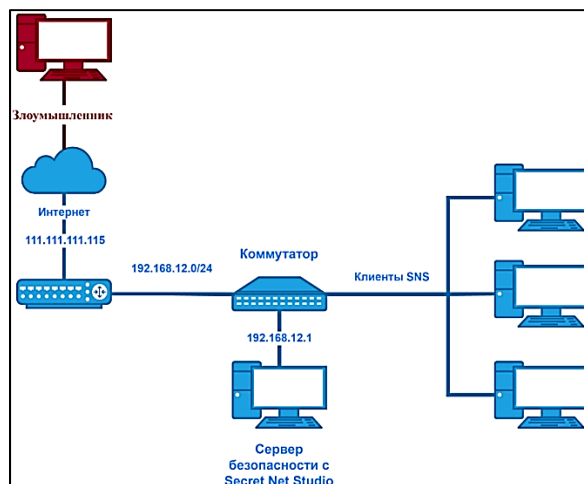


Рисунок 1 – Схема подключения

Запустим установку Secret Net Studio. На стартовом экране представлены основные компоненты: сервер безопасности и центр управления. Нам нужен сервер безопасности. Выберем компоненты для установки Secret Net Studio. Отмечаем «Сервер Безопасности» и «Сервер Аутентификации». Начнем установку сервера безопасности Secret Net Studio [5]. Она будет выполнена на текущем компьютере. Примем условия лицензионного соглашения. Были настроены порты для служб каталога (LDS). Указываем порты для домена безопасности: 53705 для службы и 53706 для SSL-службы. Для леса безопасности задаем порты 53707 и 53708 соответственно. Выберем вариант включения сервера в домен безопасности. Устанавливаем опцию «Создать новый домен в новом лесу доменов безопасности. Укажем путь для сохранения файла с настройками сервера аутентификации. По умолчанию файл будет сохранен в каталоге «C:\settings.kst».

Был создан домен безопасности, связанный с контейнером Active Directory. Указываем имя контейнера и задаем имя домена безопасности в формате заглавных букв латинского алфавита. Выберем группы пользователей для предоставления прав администрирования. Для группы администраторов домена безопасности вводим имя объекта «sns» и нажимаем кнопку «Проверить имена». Система выполняет поиск соответствующих групп в указанном контейнере Active Directory.

Выберем обе найденные группы с именем «sns». Указываем их в установщике в соответствующие поля для администрации домена безопасности и леса доменов. Были настроены каталоги для установки Secret Net Studio. Указываем путь для установки продукта, размещения репозитория клиентского программного обеспечения, резервных копий журналов и временных файлов.

Установим пароль к ключу домена безопасности, который должен удовлетворять минимальным требованиям по безопасности. Пароль должен содержать как минимум одну заглавную и строчную латинскую букву, одну цифру и один специальный символ. Минимальная длина пароля – восемь символов.

Были заданы параметры системы управления базой данных для работы с сервером безопасности. Указываем имя базы данных, имя схемы базы данных, учетную запись администратора базы данных с паролем и учетную запись сервера для доступа к базе данных с соответствующим паролем.

Укажем название организации и подразделения, которое будет обслуживать устанавливаемый сервер. Завершим установку сервера безопасности и сервера аутентификации. Все

выбранные компоненты успешно установлены. После завершения операций требуется перезагрузка компьютера. Выполним вход в систему под учетной записью администратора домена. Начнем установку Центра управления Secret Net Studio. Установка Центра управления позволит администрировать компоненты системы безопасности из единого интерфейса. Укажем конечную папку для установки Центра управления Secret Net Studio. Завершим установку Центра управления Secret Net Studio. Успешно выполнены все этапы и теперь Центр управления готов к использованию. Подключимся к серверу безопасности через Центр управления Secret Net Studio. Указываем имя сервера в выпадающем списке и нажимаем кнопку «Подключиться». Просмотрим статистику в Центре управления Secret Net Studio. На панели отображаются данные о тревогах высокого, повышенного и низкого уровня за последние 24 часа, а также информация о запросах на сервер и ошибках лицензий. В нижней части окна представлен журнал событий с указанием времени, типа события и его описания (рисунок 2).

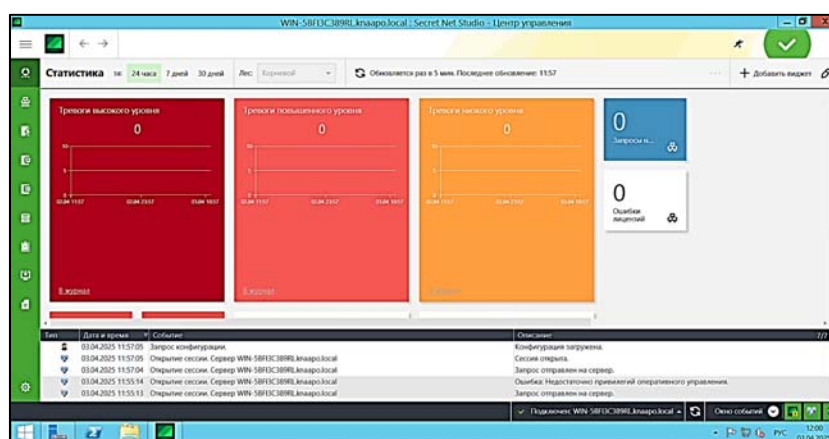


Рисунок 2 – Статистика и журнал событий в Центре управления

Добавим лицензии для Secret Net Studio. Указываем путь к файлу лицензий и загружаем доступные лицензии. Добавим дистрибутив Secret Net Studio в репозиторий. Нажимаем кнопку «Применить» для добавления дистрибутива в репозиторий системы. Это позволит устанавливать клиенты Secret Net Studio удаленно на компьютеры.

Присоединим компьютер с Windows 10 к домену. Указываем имя компьютера и выбираем опцию «Является членом: домена». На него в дальнейшем мы будем ставить клиент Secret Net Studio.

Проверим добавленные объекты в Active Directory. В контейнере «Пользователи и компьютеры» домена видим учетные записи пользователей, группы безопасности и компьютеры. Среди объектов выделен компьютер, который успешно добавлен в домен и отображается в списке с типом «Компьютер».

Добавим пользователя sns-admin в группу «Администраторы» на компьютере. В свойствах группы «Администраторы» указываем пользователя sns-admin. Это предоставит пользователю права администратора на данном компьютере.

Заключение

В работе рассмотрена схематичная установка сервера безопасности для типовой инфраструктуры предприятия, при этом данный подход является эффективным при построении эшелонированной защищенной системы и легко масштабируется. Программный комплекс позволяет реализовать централизованное управление политиками безопасности, обеспечивая контроль доступа, целостности и соответствия требованиям регуляторов. Внедрение Secret Net Studio значительно повышает устойчивость информационной системы к современным угрозам, благодаря применению компонентов антивируса, межсетевого экранирования, подсистемы защиты от несанкционированного доступа и системы обнаружения и предотвращения вторжений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аналитический отчет Positive Technologies «Угрозы информационной безопасности 2024» // Positive Technologies: сайт компании : сайт. – Москва, 2022 – . – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/> (дата обращения: 23.09.2025). – Режим доступа: свободный.
2. ГОСТ Р 57580.1-2023 Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Базовый набор организационных и технических мер. – Введ. 2024-01-01. – М. Стандартиформ, 2023. – 45 с.
3. Крылов, Е. С. Защита от внутренних угроз в эпоху гибридного рабочего пространства / Е. С. Крылов // Труды СПИИРАН. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 812–830.
4. Петров, А. В. Эволюция угроз и сдвиг парадигмы в защите корпоративных сетей / А. В. Петров, К. Д. Сидоров // Вопросы кибербезопасности. – 2024. – Т. 6, № 2. – С. 15–25.
5. Приказ ФСТЭК России от 11.07.2023 № 119 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». – Режим доступа: СПС «КонсультантПлюс».

УДК 004.056.5

Малаховец Алина Ильинична, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Malakhovets Alina Ilyinichna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshchev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SURICATA И EVEBOX

A PRACTICAL APPROACH TO TRAFFIC MONITORING USING SURICATA AND EVEBOX

Аннотация. Цель работы – разработать и опробовать на практике подход к построению системы мониторинга сетевого трафика на базе интеграции современных open-source решений: системы обнаружения вторжений Suricata и веб-интерфейса для анализа событий Evebox. Рассмотрен процесс настройки и взаимодействия данных инструментов для оперативного выявления сетевых атак. Продемонстрировано, что использование Suricata и Evebox совместно, позволяет в реальном времени детектировать подозрительную активность, классифицировать угрозы и предоставляет администратору удобный инструмент для расследования инцидентов.

Abstract. The aim of the work is to develop and test in practice an approach to building a network traffic monitoring system based on the integration of modern open-source solutions: the Suricata intrusion detection system and the Evebox web interface for event analysis. The process of configuring and interacting these tools for the rapid detection of network attacks is considered. It has been demonstrated that the use of Suricata and Evebox is effective, allows real-time detection of suspicious activity, threat classification, and provides the administrator with a convenient tool for investigating incidents.

Ключевые слова: информационная безопасность, сеть, администрирование, Suricata, Evebox.
Key words: information security, network, administration, Suricata, Evebox.

Введение

Актуальность построения систем эффективного мониторинга сетевого трафика в современных условиях обусловлена постоянным усложнением угроз информационной безопасности и увеличением интенсивности сетевых атак [1]. Традиционные средства защиты, такие как межсетевые экраны и антивирусные решения, часто оказываются недостаточно

эффективными против целевых атак, скрытых каналов передачи данных и вредоносной активности, использующей легитимные протоколы [2]. Сложность представляет анализ большого объема сетевого трафика в реальном времени, а также оперативное выявление и расследование инцидентов безопасности.

Ценность представляют решения с открытым исходным кодом, сочетающие высокую производительность с гибкостью настройки. Система обнаружения вторжений Suricata представляет собой инструмент для глубокого анализа сетевого трафика, поддерживающий многопоточную обработку данных, анализ протоколов прикладного уровня и использование расширенных правил детектирования [3]. Однако максимальная эффективность этого инструмента достигается при его интеграции со специализированными средствами визуализации и управления предупреждениями. Веб-интерфейс EveBox решает эту задачу, предоставляя удобный инструмент для анализа, классификации и расследования событий безопасности, генерируемых Suricata.

Целью работы является демонстрация практического применения Suricata и Evebox для мониторинга трафика сети. В рамках исследования планируется развернуть тестовый стенд, настроить взаимодействие между компонентами системы и провести серию тестовых атак для оценки эффективности предложенного решения.

Основная часть

Для проведения исследования был развернут тестовый стенд, включающий три основных компонента: сервер мониторинга с установленными Suricata и Evebox, рабочую станцию «жертвы» и компьютер «злоумышленника». Все компоненты были размещены в изолированной сети с диапазоном IP-адресов 192.168.1.0/24.

Сервер мониторинга был развернут на базе операционной системы Ubuntu Server LTS. Процесс настройки системы мониторинга включал несколько этапов. На первом этапе была выполнена установка и базовая конфигурация Suricata. На втором этапе был установлен и настроен веб-интерфейс Evebox для визуализации и анализа событий.

На компьютере злоумышленника произведем атаку на сканирование открытых портов с помощью nmap (листинг 1).

Листинг 1 – Команда nmap

```
nmap -p- -A -sT -T4 192.168.1.7
```

Проведем сканирование. Во вкладке Events существует возможность просмотреть информацию. Хост с ip-адресом 192.168.1.6 (злоумышленник) отправляет пакеты на адрес 192.168.1.7 («жертва»). По одному пакету и на разные порты (рисунок 1).

Timestamp	Type	Src/Dst	Description
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[33326] => 192.168.1.7[26696] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[35630] => 192.168.1.7[38952] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[46210] => 192.168.1.7[14553] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[47040] => 192.168.1.7[62934] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[42874] => 192.168.1.7[46467] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[47614] => 192.168.1.7[43381] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[33494] => 192.168.1.7[1408] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[45300] => 192.168.1.7[15598] Age=0 Packets=1 Bytes=74
2025-03-15 11:03:06	FLOW	S: 192.168.1.6 D: 192.168.1.7	TCP 192.168.1.6[33684] => 192.168.1.7[7920] Age=0 Packets=1 Bytes=74

Рисунок 1 – Пакеты nmap

Если выбрать конкретный поток, то можно узнать более подробную информацию. Злоумышленник отправляет SYN-запросы, тем самым иницируя процедуру установления TCP-соединения. Если целевой порт открыт, сервер отвечает SYN-ACK, что позволяет злоумышленнику определить структуру сетевых сервисов на атакуемом хосте. Если же порт закрыт или фильтруется, ответ будет иным (RST или отсутствие ответа) [4]. Такой метод позволяет собрать детальную информацию о доступных портах и запущенных сервисах, что впоследствии используется для дальнейших атак или подготовки эксплойтов.

Стенд демонстрирует полную настройку системы мониторинга сетевого трафика с использованием Suricata и визуализации событий посредством графического интерфейса Evebox.

Наличие графического интерфейса Evebox существенно упрощает анализ событий: удобные вкладки с подробной статистикой, отчётами и фильтрами позволяют администратору быстро получать аналитическую информацию, выявлять наиболее критические проблемы и оперативно реагировать на атаки. Работа системы подтверждает эффективность: даже при использовании сложных методов сканирования злоумышленником, механизм обнаружения в режиме реального времени срабатывал корректно, демонстрируя высокую точность обнаружения подозрительных потоков (рисунок 2).

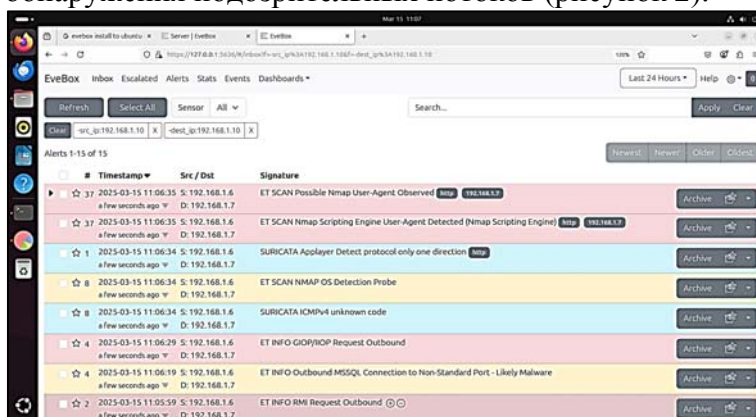


Рисунок 2 – Перехваченные подозрительные потоки

Таким образом, интеграция Suricata с Evebox обеспечивает надежное и удобное решение для мониторинга сети, способное повысить уровень информационной безопасности и своевременно обнаруживать попытки сетевых атак. Эта работа подтверждает, что грамотная настройка мониторинга и регулярное обновление правил существенно усиливают защиту информации, позволяя оперативно реагировать на действия злоумышленников и предотвращать потенциальные угрозы [5].

Заключение

В данной работе было проведено исследование практического подхода к использованию Suricata и Evebox для мониторинга трафика сети. В результате было выявлено, что подобное решение эффективно информирует пользователя об инцидентах информационной безопасности, связанных трафиком циркулирующем в сети. К основным преимуществам предлагаемого следует отнести снижение затрат на внедрение за счет использования open-source решений, гибкость настройки под конкретные задачи организации, возможность глубокого анализа сетевых протоколов и оперативного реагирования на инциденты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петров, А. В. Современные угрозы сетевой безопасности и методы противодействия / А. В. Петров, К. Д. Сидоров // Вопросы кибербезопасности. – 2024. – Т. 8, № 3. – С. 22-30.
2. Крылов, Е. С. Анализ эффективности систем обнаружения вторжений в корпоративных сетях / Е. С. Крылов // Труды СПИИРАН. – 2023. – Т. 16, № 5. – С. 712-720.
3. The Suricata Engine: Open Source IDS/IPS // Suricata : официальный сайт проекта : сайт. – Вашингтон (округ Колумбия), 2009 – . – URL: <https://suricata.io/> (дата обращения: 23.09.2025). – Режим доступа: свободный.
4. Barlow, J. Practical Suricata: Deployment and Tuning for Modern Networks / J. Barlow // SANS Institute InfoSec Reading Room. – 2024. – 42 p.
5. Симонов, С. В. Визуализация событий информационной безопасности в крупных сетях / С. В. Симонов // Информационная безопасность. – 2023. – № 6. – С. 41-48.

УДК 004.056.5

Малаховец Алина Ильинична, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Malakhovets Alina Ilyinichna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshchev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ HONEYPOT COWRIE ДЛЯ ПРОТОКОЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ USING COWRIE'S HONEYPOT TO LOG INTRUDERS' ACTIVITY

Аннотация. Цель работы – провести комплексный анализ возможностей honeypot-системы Cowrie для протоколирования и анализа активности злоумышленников. В ходе работы был развернут тестовый стенд на базе виртуальных машин, где на сервер Ubuntu с использованием Docker была установлена система Cowrie, а с компьютера Kali Linux осуществлялись атаки. В результате проведенного эксперимента система Cowrie успешно зафиксировала все действия злоумышленника. Основным результатом является демонстрация эффективности Cowrie как инструмента для сбора информации деятельности злоумышленников, что позволяет совершенствовать систему защиты организации.

Abstract. The purpose of the work is to conduct a comprehensive analysis of Cowrie's honeypot system capabilities for logging and analyzing malicious activity. During the work, a test bench based on virtual machines was deployed, where the Cowrie system was installed on an Ubuntu server using Docker, and updates were performed from a Kali Linux computer. As a result of the experiment, the Cowrie system successfully recorded all the actions of the attacker. The main result is a demonstration of Cowrie's effectiveness as a tool for collecting information about the activities of intruders, which makes it possible to improve the organization's security system.

Ключевые слова: информационная безопасность, сеть, администрирование, Honeypot, Cowrie.

Key words: information security, network, administration, Honeypot, Cowrie.

Введение

Возрастает число атак, направленных на несанкционированный доступ к критически важным информационным системам [1]. Особую опасность представляют атаки на службы удаленного доступа, такие как SSH и Telnet, которые часто становятся первоначальным вектором компрометации корпоративной инфраструктуры. Традиционные средства защиты, включая системы обнаружения вторжений и межсетевые экраны, хотя и обеспечивают пассивную оборону, однако обладают ограниченной эффективностью против целевых атак и не позволяют проактивно изучать тактику, техники и процедуры, применяемые злоумышленниками [2]. В этой связи все более актуальными становятся технологии активного противодействия, к которым относятся honeypot-системы.

Honeypot представляет собой специально развернутую ловушку, имитирующую уязвимые сервисы с целью привлечения и детального протоколирования деятельности злоумышленников [3]. Среди решений данного класса выделяется Cowrie – высокоинтерактивный honeypot с открытым исходным кодом, который эмулирует службы SSH и Telnet [4]. Его ключевым преимуществом является способность полноценно взаимодействовать с атакующим, записывая все выполняемые команды, загружаемые файлы, методы подбора учетных данных и используемые инструменты эксплуатации уязвимостей.

Целью данной работы является комплексный анализ возможностей применения honeypot-системы Cowrie для протоколирования и последующего анализа активности злоумышленников. Данное программное обеспечение предназначено для организации сбора

и анализа логов, а также интеграции Cowrie с другими компонентами системы безопасности организации.

Основная часть

Создадим систему honeypot с использованием cowrie. Сконструируем стенд. Организуем типовую локальную сеть предприятия с интегрированной honeypot (рисунок 1).

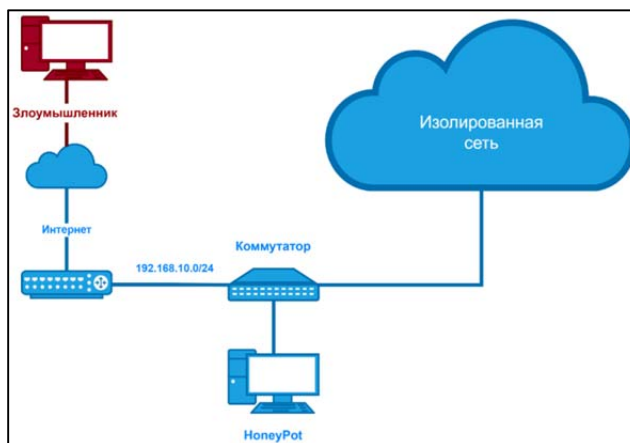


Рисунок 1 – Схема подключения

Для эмуляции данной сети будем использовать соответствующий пул виртуальных машин. Для этого мы будем использовать VMware Workstation. На Ubuntu Server мы установим HoneyPot.

Нам нужно обновить систему и её пакеты. Далее мы обновим зависимости для python. Установим докер. Он нужен для работы нашего honeypot.

Поменяем порт для ssh, тогда все подключения будут проходить через наш honeypot (рисунок 2). Откроем конфигурационный файл ssh.



Рисунок 2 – Изменение порта подключения по ssh

Добавим пользователя cowrie.

Создадим контейнер докера для нашего honeypot (листинг 1).

Листинг 1 – Запуск докера

```
docker run --name cowrie -p 22:2222 -v /home/cowrie/cowrielog:/cowrie/cowrie-git/var/log/cowrie/
-v /home/cowrie/cowrietty:/cowrie/cowrie-git/var/lib/cowrie/tty cowrie/cowrie:latest
```

Docker установит cowrie из сети, если не найдет локальный образ. После завершения установки, как мы видим, cowrie ожидает ssh-подключения.

Из виртуальной машины с kali попробуем подключиться к нашему honeypot по ssh.

Введем некоторые команды, например, получим список файлов, текущую директорию, получим пароли из файла passwd.

Переходим на сервер для просмотра логов. Сначала выведем информацию о попытках входа (листинг 2).

Листинг 2 – Попытки входа

```
jq '.| select(.eventid | startswith("cowrie.login"))' /home/cowrie/cowrielog/cowrie.json
```

Получим содержимое лог-файла (рисунок 3).



```
cowrie@honeypot:~$ jq '.| select(.eventid | startswith("cowrie.login"))' /home/cowrie/cowrielog/cowrie.json
{
  "eventid": "cowrie.login.success",
  "username": "d",
  "password": "d",
  "message": "login attempt [root/d] succeeded",
  "sensor": "62f6a6532ffc",
  "timestamp": "2025-03-19T09:41:47.651059Z",
  "src_ip": "192.168.10.128",
  "session": "272b7743112a"
}
{
  "eventid": "cowrie.login.success",
  "username": "root",
  "password": "asdf",
  "message": "login attempt [root/asdf] succeeded",
  "sensor": "62f6a6532ffc",
  "timestamp": "2025-03-19T09:45:12.852956Z",
  "src_ip": "192.168.10.128",
  "session": "640a6f3afa5c"
}
cowrie@honeypot:~$
```

Рисунок 3 – Удачные попытки входа

Также выведем список команд (листинг 3).

Листинг 3 – Список введенных команд

```
jq '.| select(.eventid | startswith("cowrie.command.input")).input'
/home/cowrie/cowrielog/cowrie.json
```

По данному протоколу возможно понять, как злоумышленник получил доступ к root-пользователю. Существует возможность проследить порядок действий.

HoneyPot является эффективным инструментом для выявления и анализа атак, позволяя специалистам по информационной безопасности не только своевременно обнаруживать новые угрозы, но и лучше понимать методы проникновения злоумышленников. Использование таких систем-приманок повышает уровень защищенности инфраструктуры, помогая предотвращать реальные инциденты и совершенствовать существующие меры безопасности.

Заключение

В данной работе был проведен комплексный анализ возможностей honeypot-системы Cowrie для протоколирования и анализа активности злоумышленников. При использовании стенда было выявлено, что система успешно создаёт протоколы, записывающие все несанкционированные действия. Использование такого метода позволяет не только зафиксировать факт вмешательства в работу рабочей станции, но и детально проанализировать средства и методы эксплуатации уязвимостей. Таким образом можно заключить, что полученные данные в будущем могут быть использованы для усовершенствования средств защиты и предотвращения получения данных злоумышленником.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петров, А. В. Современные тенденции в развитии киберугроз и методы противодействия / А. В. Петров, К. Д. Сидоров // Вопросы кибербезопасности. – 2024. – Т. 8, № 2. – С. 18–26.
2. Крылов, Е. С. Ограничения традиционных систем защиты информации в условиях современных угроз / Е. С. Крылов // Труды СПИИРАН. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 701–709.
3. Симонов, С. В. Активные методы защиты информации: honeypot-технологии / С. В. Симонов // Информационная безопасность. – 2023. – № 5. – С. 45–52.
4. Cowrie SSH/Telnet Honeypot // GitHub : веб-сервис для хостирования IT-проектов : сайт. – Сан-Франциско (Калифорния), 2009 – . – URL: <https://github.com/cowrie/cowrie> (дата обращения: 23.09.2025). – Режим доступа: свободный.
5. Smith, J. Practical Honeypot Deployment for Network Security Monitoring / J. Smith // SANS Institute Reading Room. – 2024. – 35 p.

УДК 004.056.5

Малаховец Алина Ильинична, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Malakhovets Alina Ilyinichna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshchev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ SURICATA ДЛЯ АНАЛИЗА ТРАФИКА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ USING SURICATA TO ANALYZE LAN TRAFFIC

Аннотация. Цель работы – рассмотреть возможность применения системы обнаружения вторжений Suricata для комплексного анализа трафика локальной вычислительной сети. В ходе работы была выполнена установка и настройка Suricata на сервер Ubuntu, рассмотрены основные особенности начального этапа развертывания, определен сетевой интерфейс, описан процесс загрузки актуальных правил детектирования, дополнительно установлен Evebox для визуализации событий и анализа статистики.

Abstract. The purpose of the work is to consider the possibility of using the Suricata intrusion detection system for complex analysis of local area network traffic. During the work, Suricata was installed and configured on the Ubuntu server, the main features of the initial stage of deployment were considered, the network interface was defined, the process of downloading up-to-date detection rules was described, and Evebox was additionally installed to visualize events and analyze statistics.

Ключевые слова: информационная безопасность, сеть, администрирование, Suricata, Evebox, мониторинг трафика.

Key words: information security, network, administration, Suricata, Evebox, traffic monitoring.

Введение

Современные локальные вычислительные сети представляют собой сложные динамические системы, обрабатывающие значительные объемы критически важной информации [1]. Использование систем обнаружения и предотвращения вторжений является важной составляющей построения защищенного периметра сети предприятия, позволяя вести активный анализ угроз и по мере необходимости реагировать на них [2]. Особую актуальность приобретает задача «глубокого» анализа сетевого трафика, позволяющего выявлять аномальную активность, признаки компьютерных атак и несанкционированные действия пользователей в корпоративной инфраструктуре.

Возрастающая сложность сетевых протоколов и применение злоумышленниками техник обхода традиционных систем защиты требуют реализации современных подходов к мониторингу сетевой активности [3]. В данном контексте системы обнаружения вторжений нового поколения (NIDS) становятся необходимым элементом комплексной защиты информационной инфраструктуры. Suricata, как высокопроизводительная NIDS с открытым исходным кодом, предлагает широкие возможности для многоуровневого анализа сетевого трафика в реальном времени [4]. Ее ключевыми преимуществами являются поддержка многопоточной обработки данных, технология глубокого анализа пакетов (DPI), а также использование расширенного синтаксиса правил для детектирования сложных угроз, включая анализ прикладного уровня и выявление цепочек атак.

Целью настоящей работы является рассмотреть возможность применения системы Suricata для комплексного анализа трафика локальной сети. Отметим, что рассмотренная система позволяет получить решение с высокой производительностью при обработке больших объемов трафика, с возможностью интеграции с системами сбора и анализа логов (например, через формат EVE).

Основная часть

Необходимо обновить все пакеты до последней версии, после чего можно приступить к установке Suricata на ubuntu server [5].

Выполним настройку системы мониторинга. Следует определить сетевой интерфейс и настройки для задания необходимых конфигураций.

Подключение к сети выполнено на втором интерфейсе под названием ens33.

Изменим сеть, в которой будет происходить мониторинг. Также изменим интерфейс на ens33. Запустим Suricata.

После этого система мониторинга запущена и выполняет сбор пакетов (рисунок 1).

```
root@securityserver:/# systemctl start suricata.service
root@securityserver:/# systemctl status suricata.service
• suricata.service - LSB: Next Generation IDS/IPS
   Loaded: loaded (/etc/init.d/suricata; generated)
   Active: active (exited) since Sat 2025-03-15 01:39:59 UTC; 31min ago
   Docs: man:systemd-sysv-generator(8)
   Process: 15627 ExecStart=/etc/init.d/suricata start (code=exited, status=0/SUCCESS)
   CPU: 101ms

Mar 15 01:39:53 securityserver systemd[1]: Starting suricata.service - LSB: Next Generation IDS/IPS...
Mar 15 01:39:59 securityserver suricata[15627]: Starting suricata in IDS (af-packet) mode... done.
Mar 15 01:39:59 securityserver systemd[1]: Started suricata.service - LSB: Next Generation IDS/IPS.
root@securityserver:/#
```

Рисунок 1 – Suricata запущена

Далее необходимо загрузить правила для анализа пакетов. Включаем источник ETOpen. Это пакет популярного набора сигнатур (правил) для обнаружения вредоносной активности.

Добавим графический интерфейс для suricata. Воспользуемся бесплатным решением Evebox. Вводим следующие команды поочередно (листинг 1).

Листинг 1 – Установка и запуск Evebox

```
sudo apt-get install curl
curl -fsSL https://evebox.org/files/GPG-KEY-evebox -o /etc/apt/keyrings/evebox.asc
echo "deb [signed-by=/etc/apt/keyrings/evebox.asc] https://evebox.org/files/debian stable main" |
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/evebox.list
sudo apt-get update
sudo apt-get install evebox
systemctl start evebox
evebox server --sqlite /var/log/suricata/eve.json
```

После запуска сервера мы получаем логин и пароль для доступа к интерфейсу для мониторинга. Перейдем в браузере по адресу 127.0.0.1:5636 и вводим эти данные для входа. После чего будет открыт менеджер уведомлений.

Во вкладке Inbox содержатся все события, которые происходят.

Escalated отображает критические проблемы в сети. Если происходит атака или есть в сети подозрительный пользователь.

В Stats отображается графическая статистика по пакетам в сети. В данной вкладке отображается информации о том сколько было декодировано пакетов, байт, Kernel Drops, TCP and Flow memory.

В Alerts видны все уведомления, которые были настроены в правилах. Если дополнительных настроек не проводилось, то будут использованы правила по умолчанию (рисунок 2).

В Events отображаются все события перехваченные suricata. Основная особенность этой вкладки в том, что здесь можно отфильтровать пакеты по определенным протоколам.

Во вкладке Dashboards находятся схемы и графики для более детального анализа событий, происходящих в сети. В overview отображаются наиболее часто приходящие уведомления и те доменные имена, на которые приходится наибольшее количество пакетов.

В alerts показаны графики по уведомлениям. Наиболее и наименее встречаемые проблемы, исходящие и входящие адреса.

Во вкладке DHCP видны все хосты, которые получили настройки по данному протоколу.

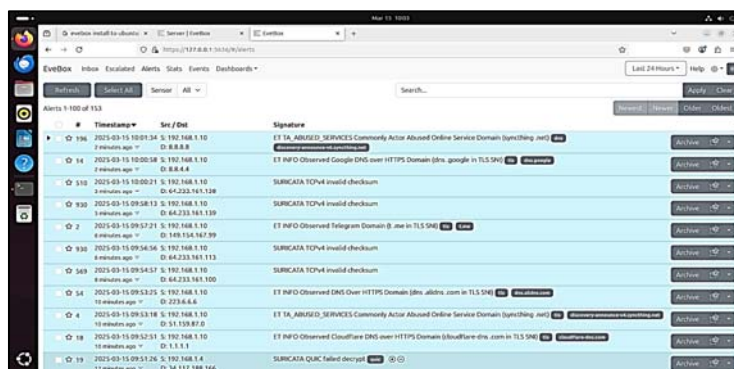


Рисунок 2 – Вкладка Alerts

Закключение

В данной работе проведено исследование возможностей Suricata для анализа трафика локальной сети. Выявлено, что в симбиозе с Evebox, создаётся эффективный инструмент, позволяющий заменить другие системы мониторинга. В качестве основных преимуществ использования Suricata отметим: использование решения с открытым исходным кодом, что снижает затраты на внедрение; поддержка многопоточной архитектуры для обработки больших объемов трафика; гибкая система правил детектирования с возможностью расширения и дополнения перечня правил; возможность интеграции с другими компонентами безопасности через стандартизированные форматы данных (EVE JSON).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петров, А. В. Современные вызовы безопасности корпоративных сетей / А. В. Петров, К. Д. Сидоров // Вопросы кибербезопасности. – 2024. – Т. 8, № 1. – С. 24–32.
2. Крылов, Е. С. Ограничения традиционных систем защиты в условиях современных киберугроз / Е. С. Крылов // Труды СПИИРАН. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 645–653.
3. Симонов, С. В. Методы и средства мониторинга сетевой безопасности / С. В. Симонов // Информационная безопасность. – 2023. – № 4. – С. 38–45.
4. The Suricata Engine: Open Source IDS/IPS // Suricata : официальный сайт проекта : сайт. – Вашингтон (округ Колумбия), 2009 – . – URL: <https://suricata.io/> (дата обращения: 23.09.2025). – Режим доступа: свободный.
5. Docker Documentation // Docker : официальная документация : сайт. – Сан-Франциско (Калифорния), 2013 – . – URL: <https://docs.docker.com/> (дата обращения: 23.09.2025). – Режим доступа: свободный.

УДК 004.09

Мерцалов Владислав Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Mertsalov Vladislav Alexeyevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УЧЁТА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR RECORDING THE ACADEMIC PERFORMANCE OF STUDENTS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Аннотация. В статье рассмотрена концепция и проектирование информационной системы для отслеживания и анализа учебной деятельности учащихся общеобразовательных учреждений. Основное внимание уделено созданию диаграммы прецедентов системы, которая бы позволяла эффективно вести успеваемость учащихся. Описание

функциональности включает регистрацию пользователей, выставление и редактирование оценок, а также расчёт средневзвешенной оценки для каждого ученика. Исследуются особенности проектирования структуры системы. Особое внимание уделяется обеспечению доступности функций для участников образовательного процесса. Разрабатываемая система предназначена для улучшения контроля успеваемости.

Abstract. The article discusses the concept and design of an information system for tracking and analyzing the academic activities of students in general education institutions. The main focus is on creating a system precedent diagram that would allow for effective monitoring of students' academic performance. The functionality description includes user registration, marking and editing of grades, as well as calculating the weighted average grade for each student. The article explores the design features of the system structure. Special attention is given to ensuring the accessibility of the system's features for educational stakeholders. The developed system aims to improve the monitoring of academic performance.

Ключевые слова: информационная система, программное обеспечение, анализ успеваемости, контроль успеваемости, прецеденты.

Key words: information system, software, academic performance analysis, academic performance control, precedents.

Введение

Целью работы является разработка концепции и проектирование информационной системы для отслеживания и анализа деятельности учащихся общеобразовательных учреждений, предназначенной для более быстрого выявления проблем и, соответственно, предоставления необходимой поддержки. В системе будут реализованы функции регистрации пользователей, выставления и редактирования оценок для учеников, расчета средневзвешенной оценки каждого учащегося. Ведь большинство учебных заведений сталкиваются с необходимостью контроля успеваемости учащихся, если такая необходимость будет закрыта, это сыграет ключевую роль в повышении качества образования. Разработка систем для образовательных учреждений активно исследуется в области информационных технологий [1, 2].

Существует большое количество реализованных решений на рынке, но каждая из них обладает своими ограничениями и недостатками, целью является создание информационной системы, которая будет удовлетворять всем потребностям участников образовательного учреждения.

Основная часть

Задача состоит в учёте успеваемости учащихся общеобразовательных учреждений. При получении оценки за какие-либо работы учитель выставляет их в систему, ученик в свою очередь может их просматривать. Деятельность учащихся организована директором и завучем, они также контролируют успеваемость учеников и в случае проблем предпринимают меры.

Разработка информационной системы направлена на оптимизацию управления образовательным процессом. Поэтому для выполнения этой цели были сформированы следующие ключевые бизнес-требования: сокращение затрат на организацию и контроль учебного процесса примерно за счёт автоматизации учёта успеваемости, а также повышение вовлечённости родителей в образовательный процесс благодаря удобному доступу к расписанию, оценкам и уведомлениям.

Система ориентирована на внедрение в различного уровня образовательные организации. Вид автоматизируемой деятельности – учёт и анализ успеваемости учащихся. В общеобразовательных учреждениях следует автоматизировать следующие объекты: кабинет завуча, кабинет директора, рабочее место учителя, компьютер ученика, компьютер родителя.

На основе опросов будущих пользователей были выделены следующие требования:

- для учителей важно заполнять и редактировать оценки учеников, отслеживать успеваемость учеников, включая результаты тестов и заданий;

Получение доступа к введению списка оценок для учеников имеют директор, завуч и учитель. Для этого нужно нажать на кнопку «Оценки» и выбрать предмет изучения, в которой пользователи могут просматривать, добавлять, изменять и удалять оценки. Список разделён по классам, указаны ФИО каждого ученика и оценки по выбранному предмету. Для добавления новой оценки нужно нажать на пустую клетку и ввести значение, чтобы удалить и изменить нужно нажать на отметку и нажать соответствующую кнопку.

Доступ к ведению списка предметов для класса имеет завуч. Для этого на главном экране нужно выбрать вкладку «Предметы». Где можно добавить новые предметы, введя следующие данные: название, класс. Система проверит данные на уникальность, чтобы не допускать повторов.

Вести список класса учеников может учитель. Для этого нужно нажать кнопку «Ученики» и выбрать класс. Откроется список учеников, который отсортирован в алфавитном порядке, где указаны ФИО, логин и пароль, контакты родителей. Чтобы добавить новых учеников нужно нажать кнопку «Регистрация», ввести ФИО, логин, пароль, данные родителей. Система проверяет уникальность данных, если проверка выполнена успешно, ученик добавляется в список.

Использовать функцию ведения информации о родителях учеников может учитель. Для этого нужно выбрать вкладку «Родители». В открывшемся окне будет показан список родителей их ФИО, номер телефона, место работы, логин, пароль. Родители отсортированы в алфавитном порядке, также есть возможность найти определённого родителя с помощью поиска. Для того, чтобы зарегистрировать новых родителей, нужно нажать кнопку «Регистрация», ввести ФИО, номер телефона, место работы, логин, пароль. Далее система проверяет уникальность данных, если проверка прошла успешно, то пользователь добавляется.

Заключение

В работе была спроектирована и описана информационная система для анализа и отслеживания учебной деятельности учащихся общеобразовательных школ. Была разработана диаграмма прецедентов, отображающая различные сущности и их взаимосвязи, такие как родители, ученики, учителя, завучи и директор. Также была рассмотрена функциональность системы, регистрация пользователей, аутентификация пользователей, добавление, удаление или изменение оценок.

Необходимость применения современных информационных технологий в образовательном процессе крайне необходима. Система способствует оптимизации работы педагогов и администрации учебных заведений, а также предоставляет родителям удобные инструменты для мониторинга обучения детей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скрипаль, Е. И. Разработка программного обеспечения для базы данных для школьного журнала / Е. И. Скрипаль, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 456-459. – EDN LXYPRT.
2. Шконда, Д. Н. Система мотивации учащихся образовательных учреждений по средствам геймификации / Д. Н. Шконда, М. Е. Щелкунова // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2022. – № 4. – С. 72-77. – EDN XNVEJM.
3. Значимость и применение нотаций при разработке программного обеспечения / Д. И. Шубарина, М. Е. Щелкунова, Е. Б. Щелкунов, Т. С. Уткина // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2024. – № 1. – С. 115-120. – EDN UXQSYE.
4. Якимова, С. В. Проектирование программного обеспечения для кадрового агентства / С. В. Якимова, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 77-80. – EDN NVQJMB.

УДК 004.8

Михайлова Ульяна Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Mikhailova Ulyana Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure state University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ FEATURES OF MULTI-FACTOR AUTHENTICATION

Аннотация. Сегодня наши данные в цифровом мире находятся в большой опасности. Злоумышленники все чаще стали перехватывать наши персональные данные, такие как: данные документов, личные фотографии, номера телефонов и многое другое. В работе рассматривается многофакторная аутентификация, ее особенности и зачем она нужна.

Abstract. Today, our data in the digital world is in great danger. Hackers have increasingly begun to intercept our personal data, such as document data, personal photos, phone numbers, and more. The paper discusses multifactor authentication, its features and why it is needed.

Ключевые слова: многофакторная аутентификация, персональные данные, злоумышленники, защита, особенности многофакторной аутентификации.

Keywords: multifactor authentication, personal data, intruders, protection, features of multifactor authentication.

Введение

Актуальность данной работы обусловлена тем, что наши персональные данные становятся все более уязвимыми перед злоумышленниками из-за роста угроз. С каждым днем увеличивается количество онлайн-сервисов, которые хранят нашу конфиденциальную информацию. В таких условиях обычная аутентификация не справляется.

Целью работы является изучение многофакторной аутентификации (MFA) – метода защиты учётных записей, при котором для подтверждения личности требуется два или более независимых фактора, приходящей на помощь в описанных условиях. Ее особенностью является усложнение несанкционированного доступа к аккаунту [1]. Первый фактор может быть в виде пароля, PIN-кода, а второй фактор – это уже код из SMS, push-уведомления, биометрия или аппаратный ключ. Целью данного метода является формирование многоуровневой защиты для усложнения получения доступа к системе злоумышленником.

Основной принцип такой аутентификации заключается в том, чтобы компенсировать слабость одного фактора надежностью другого. Если злоумышленник смог получить наш пароль, то он не пройдет второй этап аутентификации, например, уникального кода или отпечатка пальца. Таким образом, многофакторная аутентификация создает дополнительный барьер.

Основная часть

Аутентификация – это процедура проверки подлинности пользователя, процесса или устройства, направленная на подтверждение их права доступа к определённым ресурсам или данным.

Метод-аутентификации по одноразовым паролям был разработан Лесли Лэмпортом в 1981 году. Целью данного метода являлась защита данных, при котором доступ может быть получен только после проверки подлинности. Позже в 1998 году появилась двухфакторная аутентификация [2].

В методе многофакторной аутентификации выделяют три категории, а именно:

- 1) знание;
- 2) владение;
- 3) биометрия.

Первая категория «Знание» заключается в том, чтобы во время аутентификации пользователь мог использовать то, что он знает. Примером могут быть пароли, секретное слово, PIN-код.

Вторая категория «Владения», предполагает собой использование устройств, которые имеет пользователь. Работает данный фактор следующим образом: после того, как пользователь прошел первый этап аутентификации ввел, например, кодовое слово, то второй этап – это уже получение SMS подтверждения, звонок с паролем и так далее.

Последняя категория «Биометрия». На данном этапе устройство может запросить отсканировать отпечаток пальца, сетчатку глаза, проведет распознавание лица [3].

Данные методы помогут усилить безопасность данных пользователя, ведь злоумышленники не смогут получить код с подтверждением по SMS или подтвердить вход с помощью биометрических данных.

Далее рассмотрим особенности MFA о которых нужно знать:

1) Данный метод защищает только вход в систему, но он не сможет защитить при процессе восстановления пароля к аккаунту другим пользователем.

2) Многие ошибочно полагают что при использовании MFA можно использовать легкие пароли, но лучше так не рисковать.

3) При использовании такого метода защиты, нужно быть внимательным ко времени, а точнее к синхронизации времени, если часы на устройстве сбились даже из-за нескольких минут, то некоторые функции могут не сработать.

Такой адаптивный подход обеспечит максимальную безопасность, не раздражая пользователя лишними проверками в повседневных ситуациях.

Несмотря на многие преимущества, у MFA есть и некоторые недостатки. Главный из них – баланс между безопасностью и удобством. Пользователи часто сопротивляются внедрению «лишних шагов». Однако современные методы, такие как push-уведомления, SMS делают процесс практически незаметным. Задача разработчиков – внедрять MFA так, чтобы она была сильным, но не обременительным шагом.

Так же рассмотрим факторы владения, которые делятся на два типа:

1. Пассивные токены. Генерируют код самостоятельно, без подключения к сети. Например, банковский токен, который показывает новые цифры каждые 30 секунд. Пользователь вводит этот код на сайте или в приложении.

2. Активные токены. Данные токены требуют взаимодействия с устройством. Аппаратные ключи подключаются к устройству по USB/NFC/Bluetooth и для подтверждения входа требуется лишь одно нажатие кнопки. Такой метод максимально защищен от фишинга, так ключ «сверяет» домен сайта и не работает на поддельной странице.

Стоит понимать, что давно можно забыть про простые пароли такие как 123. Сегодня же даже одного пароля даже слишком сложного и длинного недостаточно для полной защиты и уверенности безопасности своих данных [4]. Почему же так происходит?

Во-первых, базы данных стали легкой добычей. В сети интернет с каждым днем все больше распространятся методов как можно взломать базу данных или обойти этап аутентификации. Наши логины и пароли могут утечь в любую минуту даже если они будут в зашифрованном виде, злоумышленникам не составит труда их расшифровать.

Во-вторых, мошенники стали более убедительнее. Мы можем быть крайне внимательны, но даже наша внимательность не всегда поймет, что мы можем попасть на сайт-двойник, где там все скопировано вплоть до мелочей (иконки, текст и т.д.). Мы думаем, что вводим наши данные на оригинальном сайте, но, к сожалению, это не так, и вся информация, которую мы ввели попадает в руки к мошенникам.

В-третьих, иногда злоумышленникам не нужны хакерские навыки. Достаточно позвонить под видом техподдержки или сотрудником банка и убедить нас назвать кодовое слово, PIN-код или пароль с PUSH-уведомлений.

Именно поэтому второй фактор аутентификации (MFA) превратился из опции в необходимость. Его суть проста: даже если мошенник завладеет вашим паролем, ему понадобится

ся доступ к вашему телефону или ключу. Это в разы усложняет ему задачу, повышает стоимость атаки и заставляет искать более легкую жертву [5].

Таким образом, многофакторная аутентификация – это не просто «еще один код из SMS», это метод, который безопасности, основан на принципе многоуровневой обороны. От простых одноразовых паролей до высокотехнологичных аппаратных ключей и поведенческой биометрии – MFA постоянно эволюционирует, чтобы противостоять все более сложным, усовершенствованным кибератакам. В современном цифровом мире, где наши персональные данные стали новой валютой, использование MFA превращается из рекомендации в обязательное условие для сохранения конфиденциальности и безопасности каждого пользователя.

В будущем многофакторная аутентификация будет зависеть от искусственного интеллекта и адаптивной безопасности. Вместо статичного запроса всех факторов сразу, системы будут оценивать уровень риска каждой операции, а точнее наше местонахождение и из какой сети происходит аутентификация. Если мы находимся дома, в домашней сети, то риск будет низким.

Эпоха паролей подходит к концу. В дальнейшем, им на смену придут технологии, которые позволят входить в аккаунты буквально одним касанием – просто приложите палец к сканеру или посмотрите в камеру.

Наш браузер становится надежным хранителем цифровых ключей, которые никогда его не покидают и хранятся в зашифрованном виде. А современные смартфоны, с их защищенными чипами (вроде Secure Enclave), превращают наше лицо или отпечаток пальца в уникальный физический ключ, который невозможно подделать. Нам больше не нужно ничего запоминать – только подтвердить, что это мы.

Параллельно развивается и другая, почти футуристическая технология – поведенческая аутентификация. Система учится узнавать нас не только по паролю, но и по манере поведения: как вы держите телефон, как двигаете курсором мыши или как печатаете на клавиатуре. Она не заменит основной способ входа, но станет вашим невидимым телохранителем. Если система заметит, что вы вдруг начали печатать совсем не так, как обычно, она может на всякий случай переспросить – а вы ли это?

Заключение

В ходе проделанной работы было исследовано, что такое многофакторная аутентификация и каковы ее особенности. Авторами было установлено, что многофакторная аутентификация предстает не просто усложненной версией пароля, а качественно новым подходом к безопасности. В работе было выявлено, что ее главная особенность – создание многоуровневой системы контроля доступа, где уязвимость одного фактора компенсируется надежностью другого.

Было доказано, что данный метод эффективно противодействует киберугрозам в современном мире, когда угрозы перехвата данных становятся все более активны и опаснее. Авторы пришли к выводу, что в таких случаях действительно помогает многофакторная аутентификация. В работе было установлено, что в последнее время данный метод перестает быть рекомендацией и становится необходимостью для защиты от несанкционированного входа и получения персональных данных.

Таким образом, по результатам работы можно заключить, что для более лучшей защиты нужно использовать более двух факторов аутентификации. Также было выявлено, что дальнейшее развитие методов аутентификации, вероятно, будет идти по пути усиления роли биометрии и аппаратных ключей, делая процедуру подтверждения личности еще более безопасной и бесшовной.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. A Complete Guide to Web Authentication // OWASP Foundation : online community. – USA, 2001 – . – URL: <https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/> (дата обращения: 04.10.2025). – Режим доступа: свободный.

2. Multi-Factor Authentication (MFA) and 2-Factor Authentication (2FA) // Microsoft Learn : official documentation. – USA, 2021 – . – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/authentication/concept-mfa-howitworks> (дата обращения: 05.10.2025). – Режим доступа: свободный.
3. NIST Special Publication 800-63B. Digital Identity Guidelines : Authentication and Lifecycle Management // National Institute of Standards and Technology : official website. – USA, 2001 – . – URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-63b> (дата обращения: 07.10.2025). – Режим доступа: свободный.
4. The Death of the Password? A Future without Secrets // Wired : magazine. – USA, 2014 – . – URL: <https://www.wired.com/story/the-death-of-the-password/> (дата обращения: 29.09.2025). – Режим доступа: свободный.
5. What is Biometric Authentication? // Kaspersky IT Encyclopedia : resource. – USA, 2023 – . – URL: <https://encyclopedia.kaspersky.com/glossary/biometric-authentication/> (дата обращения: 30.09.2025). – Режим доступа: свободный.

УДК 004.89

Можаровский Антон Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Mozharovsky Anton Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

БЛОКЧЕЙН WAVES: МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ WAVES BLOCKCHAIN: INFORMATION PROTECTION METHODS

Аннотация. Статья посвящена методам защиты информации в блокчейне Waves. Описан модифицированный алгоритм Leased Proof-of-Stake, усиливающий безопасность сети за счёт аренды токенов и экономических стимулов, что снижает вероятность атак. Рассматривается применение криптографических алгоритмов для целостности транзакций и хеширования. Отмечены особенности языка смарт-контрактов Ride, ограничивающего функциональность для снижения угроз и верификации. Также анализируются многоуровневая защита, механизмы приватности, корпоративное использование, аудиты и децентрализованное голосование.

Abstract. This article explores methods for protecting information in the Waves blockchain. It describes a modified Leased Proof-of-Stake algorithm that enhances network security through token leasing and economic incentives, thereby reducing the likelihood of attacks. The use of cryptographic algorithms for transaction integrity and hashing is discussed. The Ride smart contract language, which limits functionality for threat mitigation and verification, is highlighted. Multi-layered security, privacy mechanisms, corporate use, audits, and decentralized voting are also analyzed.

Ключевые слова: Waves, Leased Proof-of-Stake, криптография, безопасность, смарт-контракты, приватность.

Keywords: Waves, Leased Proof-of-Stake, cryptography, security, smart contracts, privacy.

Введение

Блокчейн-технологии продолжают оставаться одной из самых значимых инноваций в области информационной безопасности, предлагая революционные подходы к защите данных и обеспечению доверия в цифровой среде. Их актуальность объясняется стремительным развитием децентрализованных систем (таких как криптовалюты, смарт-контракты и распределенные приложения), которые открывают новые горизонты для создания безопасных финансовых инструментов с одной стороны, создают дополнительные вызовы в обеспечении надежности с другой.

Современные блокчейн-платформы становятся все сложнее и многофункциональнее: разработчики активно внедряют инновационные консенсусные алгоритмы, криптографические протоколы, механизмы защиты от атак. Платформа Waves демонстрирует комплексный подход, используя модифицированный алгоритм Leased Proof-of-Stake, современную криптографию на базе Curve25519-ED25519 [1], а также специализированный язык программирования Ride с ограниченной функциональностью. Данные решения делают защиту информации в блокчейне одним из ключевых факторов успешного развития децентрализованных систем, требующим глубокого анализа и постоянного совершенствования методов безопасности.

Цель данной работы заключается в анализе методов защиты информации в блокчейн-платформе Waves как примере современного подхода к обеспечению безопасности распределенных систем (включая изучение криптографических алгоритмов, консенсусных механизмов и архитектурных решений), а также в оценке эффективности применяемых стратегий противодействия различным типам угроз (таким как атаки 51 %, двойные траты и уязвимости смарт-контрактов). В данной работе выделяются не только технические аспекты защиты, но и подчеркивается роль экономических стимулов в обеспечении безопасности, а также оценивается влияние архитектурных ограничений на надежность системы в целом.

Степень изучения данной темы достаточно высока, что подтверждается многочисленными исследованиями в области блокчейн-безопасности и публикациями о различных консенсусных алгоритмах, а также практическим опытом функционирования платформы Waves с 2016 года. Несмотря на существующую базу знаний, многие аспекты, связанные с балансом между функциональностью и безопасностью смарт-контрактов, а также с особенностями защиты приватности в публичных блокчейнах, требуют дальнейшего изучения. Таким образом, данная работа направлена на систематизацию подходов к защите информации в блокчейне Waves и выявление лучших практик для обеспечения безопасности децентрализованных систем в условиях постоянно эволюционирующих угроз.

Основная часть

Waves – блокчейн-платформа (дата запуска 2016 г.), которая относится с особым вниманием к вопросам безопасности и защиты информации [2]. Платформа использует общий в плане выполнения шагов подход к защите, сочетая криптографические методы, экономические механизмы и всевозможные решения архитектуры среды.

Основой безопасности платформы Waves является модифицированный алгоритм Leased Proof-of-Stake[3]. В отличие от энергозатрат, идущих от алгоритма Proof-of-Work, алгоритм LPoS обеспечивает собственную безопасность не только общими методиками по защите информационной безопасности, но и затрагивает экономические стимулы для решения проблемы. При проверке системы Waves, проверяющие должны владеть токенами данной системы для участия в создании блоков, благодаря чему делает бессмысленными совершения атак. Уникальная особенность алгоритма LPoS заключается в возможности «сдачи в аренду» наплету токены другим проверяющим, что дает усиление позиций децентрализации сети и усложнение проведения атаки 52 %, так как злоумышленнику потребовалось бы контролировать большее количество всех токенов в себе.

Современные криптографические алгоритмы – то, что использует блокчейн-платформа Waves [4]. Один из таких алгоритмов – Curve25519-ED25519. Данные алгоритмы используют различные криптографии, при помощи которых реализуются как небольшой объем ключей, так и хороший уровень безопасности. Каждая транзакция подписывается с использованием ECDSA системы ключа, что в свою очередь гарантирует безопасность и целостность данных. Для хэширования массива исходных байт данных используются криптографические хэш-функции Blake2b256 и Кескак256, которые создают дополнительный уровень защиты данных. Двойное хеширование данных усложняет проведение атак на уязвимые места системы и обеспечивает уникальность адресов в сети блокчейн.

Особое внимание в платформе Waves уделяется безопасности умных контрактов. Язык программирования ride (который использует платформа) был разработан специально с «неполным» по системе Тьюринга набором функций (отсутствуют циклы и рекурсия). Это

кардинальное решение исключает целый класс угроз (как известных ранее, так и только найденных), связанных с бесконечными циклами и избыточным потреблением ресурсов. Предсказуемость при выполнении кода в *ride* позволяет точно рассчитать стоимость выполнения умных контрактов до его запуска, благодаря чему данное решение защищает пользователей от неожиданных расходов и предотвращает целенаправленные атаки с целью «истощения» ресурсов. Все умные контракты проходят формальную верификацию, что позволяет выявить потенциальные проблемы на этапе разработки.

Платформа Waves реализует многоуровневую защиту от различных типов атак. Против двойных трат используется система уникальных идентификаторов транзакций и механизм завершения блоков. Механизм данной системы в том, что после определенного числа подтверждений блок становится неизменяемым. Для предотвращения флуда от системы, каждая транзакция требует уплаты комиссии в токенах Waves. Система выставления приоритетов транзакций учитывает размер комиссии и репутацию отправителя, благодаря чему обеспечивает прохождение одобренных операций даже при высокой нагрузке. На сетевом уровне применяются ограничения скорости запросов и динамической фильтрации подозрительных источников.

Несмотря на публичную природу блокчейна, Waves предоставляет инструменты для защиты приватности. Платформа поддерживает зашифрованные транзакции, где содержимое доступно только отправителю и получателю, благодаря чему данное решение позволяет передавать конфиденциальную информацию через публичные блокчейн сети без риска раскрытия. В совокупности с возможностью создания приватных токенов с ограниченностью видимости делает текущую платформу привлекательной для корпоративного использования, благодаря чему корпорации могут проводить внутренние расчеты, не раскрывая детали операций публично (присутствует приватность).

Какой бы не была защита, ничего не стоит на месте. Платформа Waves, как никто другой, мониторит ситуацию вокруг данной опасности при помощи регулярных обновлений и аудитов, а также проводит всевозможные хакатоны, направленные на поиск уязвимостей системы (естественное, за денежное вознаграждение). При принятии решений об изменениях в протоколах, блокчейн-платформа Waves использует систему голосования. Все обновления тщательно тестируются в тестовой сети перед развертыванием в глобальную сеть, что позволяет минимизировать риски внесения новых проблем при исправлении существующих.

Платформа Waves демонстрирует комплексный подход к безопасности блокчейна, где каждый компонент системы разработан с учетом потенциальных угроз. Сочетание проверенных криптографических методов, инновационных архитектурных решений и экономических механизмов создает надежную платформу для различных применений. Особенно примечателен подход к безопасности умных контрактов через ограничение функциональности языка *ride*, что показывает готовность жертвовать гибкостью ради надежности, что критически важно для финансовых приложений.

Заключение

В работе было проведено комплексное исследование методов защиты информации в блокчейн-платформе Waves, как примера современного подхода к обеспечению безопасности распределенных систем. Авторы рассмотрели ключевые компоненты защиты (такие как модифицированный алгоритм *Leased Proof-of-Stake*, криптографические протоколы на базе *Curve25519-ED25519*, а также специализированный язык программирования *Ride*). Авторы доказали, что эффективность защиты блокчейн-систем достигается через интеграцию технических решений (таких как двойное хеширование, формальная верификация смарт-контрактов и механизмы защиты от различных типов атак) с экономическими стимулами, создающими естественные барьеры для злоумышленников. Было выявлено, что безопасность в Waves обеспечивается только при сочетании криптографических методов (включая *Blake2b256*, *Кеска256* и *ECDSA*) с архитектурными решениями (такими как ограничение функциональности языка *Ride* и многоуровневая защита от атак), а также организационными мерами (включая регулярные аудиты и программы поиска уязвимостей). Авторы подчеркну-

ли важность баланса между функциональностью и безопасностью, демонстрируемого через сознательное ограничение возможностей смарт-контрактов для устранения целых классов уязвимостей, а также необходимость постоянной адаптации системы защиты к новым угрозам через регулярные обновления и тестирование. Работа демонстрирует, что успех в обеспечении безопасности блокчейн-платформ зависит от синергии технических инноваций, экономических механизмов и непрерывного совершенствования защитных мер.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Криптографические основы блокчейн-технологий : практическое руководство / Е. А. Ищукова, С. П. Панасенко, К. С. Романенко, В. Д. Салманов. – Москва : ДМК Пресс, 2022. – 303 с. – ISBN 978-5-97060-865-4. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2109577> (дата обращения: 24.09.2025). – Режим доступа: свободный.
2. Блокчейн в платежных системах, цифровые финансовые активы и цифровые валюты : учеб. пособие для магистратуры / под ред. Т. Э. Рождественской, А. А. Ситника. – Москва : Норма : ИНФРА-М, 2024. – 128 с. - ISBN 978-5-00156-171-2. - Текст : электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2111409> (дата обращения: 24.09.2025). – Режим доступа: свободный.
3. Генкин, А. Блокчейн для всех. Как работают криптовалюты, BaaS, NFT, DeFi и другие новые финансовые технологии : научно-популярное издание / А. Генкин, А. Михеев. – Москва : Альпина Пабли., 2023. – 593 с. – ISBN 978-5-9614-8046-7. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2168081> (дата обращения: 24.09.2025). – Режим доступа: по подписке.
4. Максуров, А. А. Блокчейн, криптовалюта, майнинг: понятие и правовое регулирование : монография / А. А. Максуров. – 4-е изд. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2023. – 211 с. – ISBN 978-5-394-05296-5. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2082476> (дата обращения: 24.09.2025). – Режим доступа: свободный.

УДК 004.896

Мубинова Софья Венеровна, студент, Уфимский университет науки и технологий

Mubanova Sofya Venerovna, student, Ufa University of Science and Technology

Зимин Савелий Александрович, студент, Уфимский университет науки и технологий

Zimin Saveliy Alexandrovich, student, Ufa University of Science and Technology

Константинова Зоя Викторовна, кандидат технических наук, доцент, Уфимский университет науки и технологий

Konstantinova Zoya Viktorovna, Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor, Ufa University of Science and Technology

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ PROBLEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN RUSSIA

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые проблемы развития искусственного интеллекта (ИИ) в России, включая технологические, экономические, образовательные и регуляторные вызовы. Анализируются текущее состояние исследований в области ИИ, уровень конкурентоспособности российских разработок на международной арене, а также возможные пути преодоления существующих ограничений. Особое внимание уделено вопросам финансирования, кадрового потенциала и интеграции ИИ в реальный сектор экономики.

Abstract. The article examines key issues in the development of artificial intelligence (AI) in Russia, including technological, economic, educational and regulatory challenges. It analyzes the current state of research in the field of AI, the level of competitiveness of Russian developments in

the international arena, as well as possible ways to overcome existing limitations. Particular attention is paid to issues of financing, human resources and the integration of AI into the real sector of the economy.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, технологическое развитие, цифровая экономика, регулирование ИИ.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, technological development, digital economy, AI regulation.

Введение

Искусственный интеллект является одним из ключевых драйверов технологического прогресса в XXI веке. Его применение охватывает различные сферы: от медицины и промышленности до финансов и государственного управления. Однако, несмотря на глобальный тренд на ускоренное развитие ИИ, Россия сталкивается с рядом системных проблем, замедляющих её продвижение в этой области.

Проблематика развития искусственного интеллекта в России находится в поле активного внимания государственных институтов и отраслевых экспертов. Однако степень разработанности отдельных аспектов этой комплексной темы является неравномерной.

Российская Федерация, обладая значительным научным потенциалом, мощной математической школой и амбициозными государственными инициативами, такими как Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года, декларативно стремится занять одно из ведущих мест в этой гонке. Однако на пути к достижению этой цели возникает комплекс серьезных системных проблем, которые тормозят полноценное развитие и, что более важно, масштабную коммерциализацию отечественных технологий ИИ.

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью критического анализа препятствий, с которыми сталкивается Россия в области ИИ, для выработки эффективных путей их преодоления и обеспечения технологического суверенитета страны.

Цель работы – выявить основные барьеры на пути развития ИИ в России и предложить возможные пути их преодоления.

Основная часть

Россия демонстрирует определённые успехи в области ИИ, включая разработки в компьютерном зрении, обработке естественного языка и робототехнике. Крупные компании (например, «Яндекс», Сбербанк, Mail.ru Group) активно инвестируют в ИИ-стартапы и исследования. Однако в сравнении с лидерами (США, Китай, ЕС) российские достижения остаются скромными.

Согласно данным Stanford AI Index 2023, Россия занимает 10 – 15 место в мире по числу публикаций по ИИ, но значительно отстаёт по уровню коммерциализации и внедрения технологий, что представлено на рисунке 1 [1].

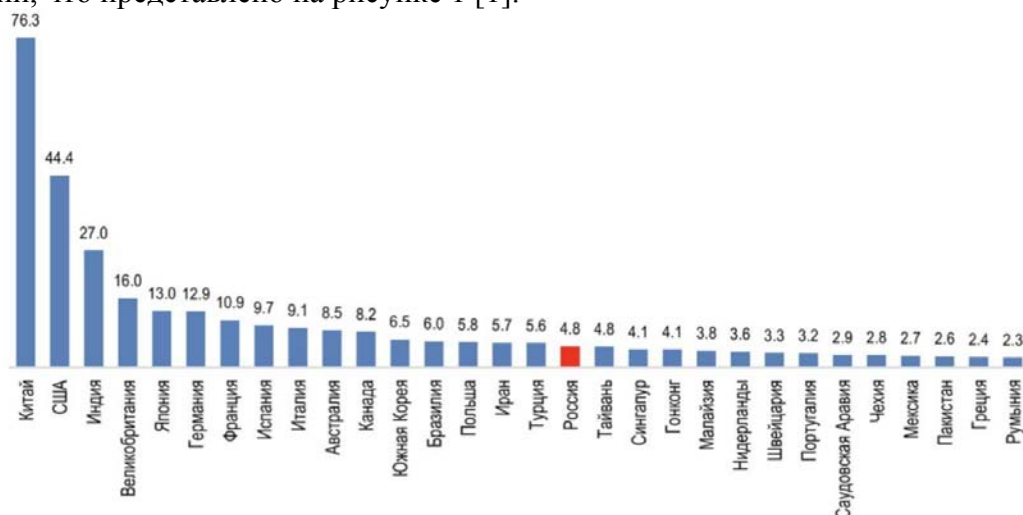


Рисунок 1 – Рейтинг 30 стран по публикациям в области ИИ

В таблице 1 представлено сравнение внедрения ИИ России с мировыми лидерами. Согласно исследованиям, около 30 – 40 % крупных компаний в России применяют ИИ в той или иной форме. Однако массовое использование (как в США или Китае) пока отсутствует [2].

Таблица 1 – Сравнение внедрения ИИ России с мировыми лидерами

Показатель	Страна			
	Россия	США	Китай	ЕС
Процент компаний, внедривших ИИ	~ 35 %	~ 60 %	~ 70 %	~ 50 %
Доля ИИ в ВВП	<1 %	~ 2 %	~ 3 %	~ 1,5 %

Из таблицы 1 видно, что Россия отстаёт по уровню проникновения ИИ, но демонстрирует рост в отдельных нишах.

Основные проблемы развития ИИ в России:

1) Недостаточное финансирование: государственные и частные инвестиции в ИИ существенно ниже, чем в США и Китае [3]; отсутствие крупных венчурных фондов, специализирующихся на ИИ; зависимость от зарубежного программного обеспечения (ПО) и оборудования (санкционные ограничения усугубляют ситуацию).

2) Дефицит квалифицированных кадров: утечка специалистов в зарубежные компании (Google, Meta); недостаточная подготовка ИИ-специалистов в вузах; низкий уровень фундаментальных исследований в области машинного обучения.

3) Правовая и регуляторная неопределённость: отсутствие чёткой стратегии регулирования ИИ (в отличие от ЕС, где принят AI Act); проблемы с защитой данных и кибербезопасностью; ограничения на использование зарубежных облачных платформ и фреймворков.

4) Слабая интеграция ИИ в реальный сектор экономики: низкий спрос на ИИ-решения со стороны бизнеса и госсектора; консерватизм промышленных предприятий в вопросах цифровизации; недостаточная кооперация между наукой и бизнесом.

Технологическая зависимость усугубляется кадровым голодом, который, в свою очередь, замедляет преодоление технологического отставания. Правовая неопределенность сдерживает частные инвестиции, а слабый спрос со стороны реального сектора экономики не стимулирует интеграцию науки и бизнеса. Преодоление этих барьеров требует не разрозненных усилий, а скоординированной стратегии, направленной на создание целостной национальной инновационной экосистемы.

Очень важно развивать спрос на ИИ-технологии со стороны бизнеса. По данным АНО «Цифровая экономика», уровень внедрения ИИ в России в три раза ниже среднемирового, а значит, государству стоит активно субсидировать обучение бизнесменов и сотрудников госорганов через гранты и льготы.

Для ускорения развития ИИ в России необходимо [2]:

1) Увеличить финансирование (создание специализированных фондов, создание налоговых льгот для ИИ-стартапов).

2) Развивать образование (расширение программ по Data Science, привлечение зарубежных экспертов).

3) Сформировать регуляторную базу (адаптация международных стандартов, стимулирование разработки отечественного ПО).

4) Стимулировать спрос на ИИ (госзаказы, пилотные проекты в промышленности и здравоохранении).

Государство, как самый крупный заказчик, может показывать «личный» пример внедрением ИИ в различные сферы: здравоохранение, образование, городское хозяйство и другие.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что проблемы развития искусственного интеллекта в России носят системный и взаимосвязанный характер.

Авторами были выявлены основные барьеры развития ИИ в России, проведен анализ сравнения ИИ России с другими странами, а также предложены способы для ускорения развития ИИ в России.

Таким образом, развитие искусственного интеллекта в России сталкивается с комплексными вызовами, требующими системного подхода и требует комплексного и скоординированного подхода со стороны государства. Несмотря на существующие трудности, страна обладает значительным научным потенциалом, который при грамотной политике может быть реализован. Ключевыми направлениями должны стать увеличение инвестиций, подготовка кадров и создание благоприятной регуляторной среды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Stanford University. Center for Research on Foundation Models (CRFM). Artificial Intelligence Index Report 2023 / Stanford University, Center for Research on Foundation Models (CRFM); руководитель проекта R. Perrault [и др.]. – Stanford, CA, 2023. – 380-386 p.
2. Минбалеев, А. В. Проблемы регулирования искусственного интеллекта / А. В. Минбалеев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Право». – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 82–90.
3. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года») // II. Развитие искусственного интеллекта в России и в мире.

УДК 004.8:504.06

Мусейцов Михаил Вячеславович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Museytsov Michail Vacheslavovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Катунцева Наталья Леонидовна, старший преподаватель, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Katuntseva Natalya Leonidovna, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПРЕДИКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА DEVELOPMENT OF PREDICTIVE MODELING SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL RISKS FOR ADVANCED DEVELOPMENT TERRITORIES OF THE FAR EAST BASED ON THE INTEGRATION OF HETEROGENEOUS DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Аннотация. Целью работы является обоснование необходимости разработки системы предиктивного моделирования экологических рисков для территорий опережающего развития Дальнего Востока. Предложена концепция на основе интеграции гетерогенных данных, цифрового двойника и алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) для прогнозирования паводков, оползней и загрязнений. Система критически важна для обеспечения безопасности и устойчивого развития стратегического региона.

Abstract. The aim of this study is to substantiate the need to develop a predictive environmental risk modeling system for the advanced development areas of the Far East. A concept based on the integration of heterogeneous data, a digital twin, and algorithms artificial intelligence (AI) for forecasting floods, landslides, and pollution is proposed. The system is critical for ensuring the security and sustainable development of the strategic region.

Ключевые слова: предиктивное моделирование, искусственный интеллект, большие данные, цифровой двойник, Дальний Восток, экологические риски.

Keywords: predictive modeling, artificial intelligence, big data, digital twin, Far East, environmental risks.

Введение

Актуальность темы обусловлена интенсивным освоением Дальнего Востока, связанным с созданием ТОР, развитием портовой инфраструктуры и реализацией крупных промышленных проектов. Этот процесс происходит в условиях сложного рельефа, специфического муссонного климата и повышенной сейсмической активности, что создает уникальный комплекс экологических и техногенных рисков. Недостаточная изученность региона и возрастающая антропогенная нагрузка требуют перехода от реактивных к превентивным методам управления, основанным на прогнозировании [1].

Целью данной работы является формулирование концепции и перспективных направлений исследований по созданию системы предиктивного моделирования экологических рисков для ТОР Дальнего Востока. Для достижения цели поставлены следующие задачи: выявить основные типы экологических угроз для региона; проанализировать возможности интеграции разнородных данных для их мониторинга; определить ключевые технологии ИИ и математического моделирования для построения точных прогнозных моделей.

Основная часть

Освоение Дальнего Востока сопряжено с комплексом рисков, последствия которых могут быть минимизированы за счет внедрения интеллектуальных систем прогнозирования. Анализ позволяет выделить три ключевых технологических направления, требующих углубленных исследований [2]:

1. Создание многоуровневого цифрового двойника территории ТОР [3].

Основой системы должно стать не статичное, а динамическое виртуальное представление территории – ее «цифровой организм». Этот двойник должен интегрировать данные на нескольких уровнях:

- Геопространственный уровень: высокоточные цифровые модели рельефа (ЦМР), полученные с помощью лидарного сканирования и данных спутников серии «Ресурс-П», геологические разрезы, гидрологические сети и данные о типах почв.
- Инфраструктурный уровень: цифровые модели ключевых объектов – портов, заводов, транспортных магистралей и населенных пунктов, включая данные об их уязвимости.
- Динамический уровень: потоковые данные с сетей IoT-датчиков (мониторинг напряжения склонов, уровня воды в реках, качества воздуха), метеостанций и спутников дистанционного зондирования земли, обеспечивающие актуализацию модели в режиме, близком к реальному времени.

Исследовательской задачей является разработка методов семиотической интеграции этих разнородных данных, когда информация с датчика вибрации на оползневом склоне автоматически коррелирует с данными о количестве осадков и изменениями на спутниковых снимках, формируя целостную картину угроз.

2. Разработка гибридных алгоритмов ИИ для прогнозирования каскадных рисков [4].

Для Дальнего Востока характерны не отдельные угрозы, а их каскадное развитие. Перспективные исследования должны быть направлены на создание гибридных моделей, сочетающих физическое моделирование и машинное обучение:

- Прогнозирование паводков: чистые модели машинного обучения, предсказывающие уровень воды на основе исторических данных, могут давать сбой при наступлении новых, ранее не наблюдавшимся погодных аномалий. Гибридный подход предполагает использование физически обоснованных гидродинамических моделей (например, на основе уравнений Сен-Венана), параметры которых (такие как шероховатость русла) в режиме реального времени калибруются с помощью алгоритмов машинного обучения. Это позволит не только прогнозировать уровень воды, но и моделировать динамику волны прорыва и зоны затопления с высочайшей точностью.

- Оценка оползневой опасности: задача выходит за рамки простого детектирования смещений. Необходимы модели, способные прогнозировать время до разрушения склона. Для этого применяются рекуррентные нейронные сети (RNN), анализирующие временные ряды данных с датчиков наклона и трещин, и сопоставляющие их с данными о насыщенно-

сти грунта водой. Это позволяет перейти от констатации факта движения к прогнозу момента катастрофы.

Пример применения ИИ для прогнозирования рисков представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример применения ИИ для прогнозирования рисков

Тип риска	Используемые данные	Алгоритм ИИ / Метод моделирования	Прогнозируемый результат
Паводковая обстановка	Данные осадков, уровень рек, ЦМР, влажность почв	Гибридная модель: Гидро-динамическая модель + ML-калибровка параметров	Динамическая карта затопления с прогнозом на 6 – 72 часа, включая скорость и глубину потока
Распространение загрязнений	Данные о выбросах, 3D-роза ветров, рельеф, температура	Гибридная модель: Гауссова модель рассеивания + ML-коррекция на основе данных датчиков	3D-модель распространения аэрозолей с прогнозом концентраций в приземном слое
Оползневая опасность	InSAR-данные, показания датчиков смещения, осадки	RNN (LSTM-сети) для анализа временных рядов и прогноза времени до обрушения	Карта устойчивости склонов с оценкой вероятности и времени активизации оползня

3. Построение адаптивной платформы поддержки принятия решений в условиях неопределенности.

Ключевой исследовательский вызов – создание не просто информационного дашборда, а интеллектуального контура управления. Система должна уметь работать в условиях неполных и противоречивых данных. Это требует разработки:

- Сценарного моделирования: платформа должна генерировать не один, а множество вероятных сценариев развития кризисной ситуации (например, «пессимистичный», «оптимистичный», «базовый»), оценивая вероятность каждого. Это позволит руководителям оценивать риски и последствия своих решений в виртуальной среде.

- Генерации превентивных рекомендаций: на основе прогнозных моделей система должна формировать не просто сигналы тревоги, а конкретные управляющие воздействия. Например: «В связи с 85 % вероятностью подтопления промышленной площадки «А» через 18 часов, рекомендовано инициировать процедуру упреждающего отключения энергоемкого оборудования к 14:00».

- Интерфейсов для коллективной работы: платформа должна обеспечивать синхронизацию действий различных ведомств (МЧС, администрация, предприятия), распределяя роли и задачи в соответствии с отработанным сценарием.

Таким образом, основная часть исследований должна быть сфокусирована на преодолении разрыва между передовыми алгоритмами Data Science и практическими нуждами управления сложными, быстро меняющимися системами в условиях Дальневосточного региона.

Заключение

Проведенный анализ убедительно демонстрирует, что переход к предиктивному управлению экологическими и техногенными рисками на территориях опережающего развития Дальнего Востока является не просто перспективным направлением, а стратегической необходимостью. Освоение этого макрорегиона, сопряженное со сложнейшими природными условиями и масштабным строительством, требует принципиально новых, опережающих инструментов управления. Предложенная концепция комплексной системы, объединяющей динамический цифровой двойник территории, гибридные интеллектуальные алгоритмы и адаптивную платформу поддержки решений, задает конкретный вектор для таких разработок.

Успешная реализация этой концепции позволит перейти от реагирования на уже произошедшие чрезвычайные ситуации к их активному предупреждению, минимизируя, как экономический ущерб, так и угрозы для населения. Дальнейшие усилия должны быть сосредоточены на преодолении ключевых научно-технических барьеров, включая разработку отечественного программного обеспечения для работы с гетерогенными данными, формирова-

репрезентативных массивов информации для обучения моделей и проведение пилотных испытаний, доказывающих практическую эффективность подхода. В конечном счете, создание таких интеллектуальных систем станет краеугольным камнем в обеспечении устойчивого и безопасного развития Дальнего Востока, трансформируя его уникальные географические и климатические вызовы в доказательство технологического лидерства России.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обеспечение кадрами национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года : аналитический обзор / А. В. Федотов, А. А. Коваленко, Г. А. Краснова, А. О. Полушкина. – Москва : Дело (РАНХиГС), 2020. – 40 с. – (Мониторинг, образование, кадры). – ISBN 978-5-85006-274-3. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1862425> (дата обращения: 03.10.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Коллектив авторов, Развитие экономики Российской Федерации в условиях формирования технологического суверенитета: актуальные вопросы теории и практики : сборник докладов региональной научно-практической конференции (20 апреля 2023 г. Егорьевск, Московской области) / Москва : Издательство «Научный консультант», 2023. – 478 с. – ISBN 978-5-907692-16-9. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2179375> (дата обращения: 03.10.2025). – Режим доступа: по подписке.
3. Иванов, А. А. Цифровые двойники в промышленности и научных исследованиях / А. А. Иванов // Информационные технологии. – 2021. – Т. 27. – № 5. – С. 278-285.
4. Петрова, С. И. Применение искусственного интеллекта для анализа больших данных в геоинформатике / С. И. Петрова, В. К. Сидоров // Геоматика. – 2023. – № 2. – С. 45-52.

УДК 004.8

Мынов Никита Ильич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Mynov Nikita Ilyich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Катунцева Наталья Леонидовна, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Katuntseva Natalia Leonidovna, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВО РОССИИ PROBLEMS OF IMPLEMENTING NEURAL NETWORKS IN RUSSIAN MANUFACTURING

Аннотация. Исследование анализирует ключевые барьеры внедрения искусственного интеллекта и нейросетей в российскую промышленность: технологические, кадровые, экономические и нормативно-правовые. Систематизированы основные вызовы, включая дефицит специалистов, высокие затраты, цифровой разрыв и несовершенство законодательства. Предложены рекомендации по их преодолению через развитие образования, тиражируемых отраслевых решений и Государственно-частное партнерство.

Abstract. The study analyzes key barriers to the implementation of artificial intelligence and neural networks in Russian industry: technological, personnel, economic, and regulatory. The main challenges are systematized, including a shortage of specialists, high costs, the digital divide, and imperfections in legislation. Recommendations are proposed to overcome them through the development of educational programs, scalable industry-specific solutions, and public-private partnerships.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровизация, промышленность, производство, проблемы.

Key words: artificial intelligence, digitalization, industry, manufacturing, problems.

Введение

Актуальность исследования обусловлена глобальным трендом на цифровизацию экономики и переход к Industry 4.0, где технологии искусственного интеллекта (ИИ) и нейронных сетей играют ключевую роль в повышении эффективности, качества и конкурентоспособности производства. Нейронные сети (НС) позволяют оптимизировать технологические процессы [1], прогнозировать отказы оборудования, контролировать качество продукции в реальном времени и создавать системы предиктивного обслуживания. Однако, несмотря на очевидные преимущества, уровень внедрения этих технологий на российских промышленных предприятиях остается недостаточным по сравнению с ведущими странами.

Степень разработанности темы характеризуется наличием значительного количества публикаций, посвященных теоретическим аспектам работы нейронных сетей и отдельным успешным кейсам их применения, прежде всего в крупных корпорациях («Газпром», «Росатом», РЖД). В то же время, комплексных исследований, систематизирующих системные барьеры для широкомасштабного внедрения НС в среднее и малое промышленное производство в условиях российской специфики, представлено недостаточно.

Целью данной работы является выявление, классификация и анализ ключевых проблем, сдерживающих внедрение нейросетевых технологий в производственный сектор России, и формулирование рекомендаций по их преодолению. Для достижения цели поставлены следующие задачи: проанализировать технологические и инфраструктурные ограничения; оценить кадровый потенциал; изучить экономические факторы; рассмотреть нормативно-правовые аспекты.

Основная часть

Анализ текущей ситуации позволяет выделить несколько взаимосвязанных групп проблем, носящих комплексный и системный характер, которые создают значительные барьеры на пути цифровой трансформации отечественной промышленности, и основываясь на этих проблемах разработать пути их решения.

1) Технологические и инфраструктурные барьеры. Многие российские промышленные предприятия, особенно в таких фундаментальных отраслях, как металлургия, химическая промышленность и энергетика, которые характеризуются длительным жизненным циклом активов, используют морально и физически устаревшее оборудование. Оно зачастую не оснащено необходимыми датчиками, системами сбора и передачи данных (такими как SCADA, АСУ ТП), а его архитектура не предполагает интеграции с современными аналитическими платформами. Нейронные сети, являющиеся технологиями интенсивного потребления данных, требуют для своего обучения и последующей эксплуатации огромных объемов качественных, структурированных и корректно размеченных данных. Сбор такой информации в условиях существующего парка оборудования оказывается затруднен или вовсе невозможен без проведения масштабной и капиталоемкой модернизации всего производственного цикла. Это, в свою очередь, ведет к необходимости колоссальных дополнительных инвестиций, которые зачастую не заложены в долгосрочные стратегии компаний, особенно в условиях экономической нестабильности.

2) Кадровый дефицит [2, с. 101 – 104]. Российский рынок труда испытывает острую и системную нехватку высококвалифицированных специалистов, обладающих компетенциями на стыке дисциплин: глубокими теоретическими знаниями в области сбора данных и машинного обучения, практическими навыками сбора и обработки данных и, что критически важно, фундаментальным пониманием специфики технологических процессов конкретного производства. Подготовка таких узкопрофильных кадров – процесс длительный и сложный, требующий тесной и хорошо выстроенной кооперации между ведущими техническими вузами и реальным сектором экономики. К сожалению, существующие образовательные программы зачастую оторваны от актуальных практических задач промышленности, не успевают за скоростью развития технологий и не предлагают студентам достаточного количества проектной работы с реальными производственными данными. Помимо этого, наблюдается активный отток наиболее талантливых ИТ-специалистов в другие

сферы или за рубеж, где уровень оплаты труда и карьерные перспективы выглядят более привлекательными.

3) Экономические факторы и вопросы эффективности инвестиций. Внедрение даже пилотных проектов на основе нейронных сетей сопряжено с высокими первоначальными инвестициями. Затраты требуются не только на закупку нового «умного» оборудования и лицензионного программного обеспечения, но и на создание мощной вычислительной инфраструктуры (например, дата-центров), а также на формирование и содержание дорогостоящей команды специалистов. Для многих предприятий, в особенности для малых и средних, срок окупаемости (ROI) таких сложных проектов представляется крайне неопределенным и рискованным. Отсутствие в открытом доступе понятных, успешных и, главное, тиражируемых кейсов внедрения для конкретных отраслей (например, для пищевой или текстильной промышленности) усугубляет проблему обоснования инвестиций перед акционерами и инвесторами. Руководство компаний зачастую не видит четкого экономического эффекта, выраженного в увеличении производительности, снижении брака или экономии энергии, что приводит к отказу от инноваций в пользу проверенных, пусть и менее эффективных, традиционных решений, но данные исследований [3] показывают, что несмотря на экономические барьеры, развитие искусственного интеллекта в наше время активно продолжается.

4) Нормативно-правовая неопределенность и риски безопасности [4]. Динамичное развитие технологий искусственного интеллекта опережает формирование адекватной правовой базы. На текущий момент в России отсутствуют четкие отраслевые стандарты и всеобъемлющее регулирование в области использования искусственный интеллект, особенно в критически важных вопросах, таких как ответственность за решения, принятые автономными системами, юридический статус данных, генерируемых алгоритмами, и обеспечение их кибербезопасности. Эта неопределенность создает значительные правовые риски для предприятий, потенциально ведущие к крупным убыткам или репутационному ущербу. Кроме того, недостаточный уровень защиты интеллектуальной собственности на разработанные алгоритмы, модели и обучающие наборы данных также сдерживает активность компаний, опасаящихся потерять свои конкурентные преимущества в результате утечки информации или несанкционированного копирования их разработок

Заключение

В ходе проведенной работы авторами был выполнен комплексный анализ проблем внедрения нейронных сетей в российский промышленный сектор. Авторами было выявлено и систематизировано, что ключевые барьеры носят не разрозненный, а системный и взаимосвязанный характер. В результате исследования было доказано, что технологическая отсталость инфраструктуры напрямую порождает проблему недостатка данных («цифровой голод»), которая усугубляется острым дефицитом квалифицированных кадров, а высокие экономические риски и несовершенство нормативной базы создают неблагоприятную среду для инвестиций.

На основе проведенного анализа авторами был разработан комплекс конкретных мер для преодоления выявленных барьеров. Было предложено три основных стратегических направления: во-первых, разработка целевых государственных программ софинансирования для модернизации и цифровизации производств; во-вторых, реформа образовательных программ для подготовки междисциплинарных специалистов-практиков; в-третьих, создание пилотных «цифровых полигонов» для снижения рисков и демонстрации эффективности технологий. Параллельно была обоснована необходимость развития отечественного программного обеспечения и формирования четкой стимулирующей нормативной базы, регулирующей применение ИИ в промышленности.

Таким образом, в рамках данной работы был не только диагностирован комплекс системных проблем, но и предложен конкретный план действий, доказывающий, что успешная интеграция нейросетевых технологий возможна лишь при условии скоординированных усилий государства, бизнеса и образовательных учреждений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зиновьева, А. С. Применение нейросетей для оптимизации машиностроительного производства / А. С. Зиновьева, Е. В. Смоленцев, В. Н. Сухоруков // Современные технологии производства в машиностроении : Межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж : Издательско- полиграфический центр «Научная книга», 2025. – С. 137- 142. – EDN NAPLHF.
2. Чеха, О. В. Методика и результаты исследования преемственной образовательной программы «Колледж-Вуз» по Агроинженерии / О. В. Чеха // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2010. – № 4(43). – С. 101-104. – EDN NQTETN.
3. Перспективы развития интеллектуального сельского хозяйства в современных экономических условиях (на материалах Чувашской Республики) / О. Г. Каратаева, Т. М. Ворожейкина, Ю. В. Чутчева [и др.]. – Саратов : Вузовское образование, 2020. – 56 с. – ISBN 978-5-4487-0736-0. – EDN LBZEAA.
4. Моисеев, А. Н. Правовые и этические вызовы искусственного интеллекта в международном и национальном регулировании / А. Н. Моисеев // Новые вызовы общественного развития: региональный аспект : Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 27 марта 2025 года. – Чебоксары : Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2025. – С. 201-207. – EDN LZSJFK.

УДК 692.42

Набиев Раул Нодари оглы, инженер ООО «МСК 777»

Nabiev Raul Nodari ogly, Engineer ООО «МСК 777»

Манджиев Баир Андреевич, студент, Российский университет транспорта

Mandzhiev Bair Andreevich, student, Russian University of Transport

Петрачков Максим Игоревич, студент, Российский университет транспорта

Petrachkov Maxim Igorevich, student, Russian University of Transport

СРАВНЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СБОРУ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ COMPARISON OF REGULATORY REQUIREMENTS FOR SNOW LOAD COLLECTION

Аннотация. В данной статье рассматривается сравнение нормативных требований к снеговой нагрузке, изложенных СП 20.13330.2016 и СНиП II-A.11-62. Цель исследования – выявить основные отличия в расчетах снеговой нагрузки, а также оценить влияние этих различий при реконструкции зданий и сооружений. В качестве исследуемого объекта принимается склад неотапливаемого типа, максимальная высота пристройки (высота от отметки чистого пола до высшей точки) составляет 5 м. Здание имеет прямоугольную форму в плане. Размеры в осях на момент обследования здания составили 30,00 x 12 м и пристройки 3,00 x 3,40 м.

Abstract. This article compares the regulatory requirements for snow load set out in SP 20.13330.2016 and SNiP II-A.11-62. The purpose of the study is to identify the main differences in snow load calculations, as well as to assess the impact of these differences during the reconstruction of buildings and structures. The object under study is an unheated warehouse, the maximum height of the extension (the height from the finished floor level to the highest point) is 5 m. The building has a rectangular shape in plan. The dimensions in the axes at the time of the building inspection were 30.00 x 12 m and the extension 3.00 x 3.40 m.

Ключевые слова: снеговая нагрузка, проектирование зданий, метеорологические факторы, конструктивные особенности, метеорологические факторы.

Keywords: snow load, building design, meteorological factors, design features, meteorological factors.

Введение

Снеговая нагрузка является важным фактором, учитываемым при проектировании зданий и сооружений. Ошибки в расчетах могут привести к серьезным последствиям, включая обрушение покрытия, что в ряде случаев также может привести к прогрессирующему обрушению [1].

Несмотря на то, что СНиП II-A.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» долгое время служил основой для проектировщиков, введение новых подходов, отраженных в СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия», позволяет учитывать различные загрузки снеговой нагрузки в зависимости от геометрических параметров здания.

Актуальность работы подтверждается тем, что при реконструкции здания и сооружения [2, 3] должны быть соответствовать требованиям действующих нормативных документов, а запроектированы они могли быть по отмененным нормам.

В связи с этим, целью работы является анализ различий между старыми и новыми нормативными документами, который позволит выявить критические моменты, требующие внимания проектировщиков и инженеров.

Сравнение методик сбора снеговых нагрузок

Снеговая нагрузка (q) определяется как вертикальная нагрузка от снега на единицу площади покрытия. Она зависит от климатических условий региона, формы крыши, угла наклона и других факторов.

СНиП II-A.11-62 предлагает модель, основанную на средних значениях снеговой нагрузки по географическим регионам, без учета изменений во времени и изменений в климатических условиях.

СП 20.13330.2016 включает более детализированные модели, учитывающие вариации снеговой нагрузки в зависимости от высоты и географического положения, вводя новые коэффициенты, которые делают расчеты более точными с учетом современных условий. Система коэффициентов, учитывает:

- рельеф местности;
- углы наклона крыш;
- особенности снегозадержания.

В таблице 1 показано изменение нормативного значения веса снегового покрова для различных снеговых регионов.

Таблица 1 – Нормативное значение веса снегового покрова

Нормативный документ	Снеговой район S_g , кН/м ²							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
СП 20.13330.2016	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
СНиП II-A.11-62	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	-	-

В качестве исследуемого объекта принимается склад неотапливаемого типа, максимальная высота пристройки (высота от отметки чистого пола до высшей точки) составляет 5 м. Здание имеет прямоугольную форму в плане. Размеры в осях на момент обследования здания составили 30,00х12 м и пристройки 3,00 х 3,40 м.

Расчет по СНиП II-A.11-62

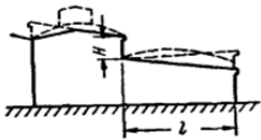
Нормативную снеговую нагрузку на 1 м² площади горизонтальной проекции покрытия следует определять по формуле

$$p^H = p_0 C,$$

где p_0 – вес снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемый в зависимости от района СССР;

C – коэффициент перехода от веса снегового покрова на горизонтальной поверхности земли к нормативной нагрузке на покрытие, определяемый для рассматриваемого здания по таблице 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов C в местах перепада профиля покрытия

Исходные данные	Рассматриваемая схема
Профиль покрытий	
Расчетные схемы и значения коэффициентов C	
Примечание – $S = 2H$ (где H – высота в м), но не менее 5 м, не более 10 м и не более l ; $C = 200H/P_0$, но не более 4,0.	

$S = 2 \cdot 1,21 = 2,42$ м. Принимаем значение $S = 3,07$ м равное значению l .

$C = \frac{200 \cdot 1,21}{70} = 3,45 < 4,0$ кг/м² (условие выполняется) (рисунок 1).

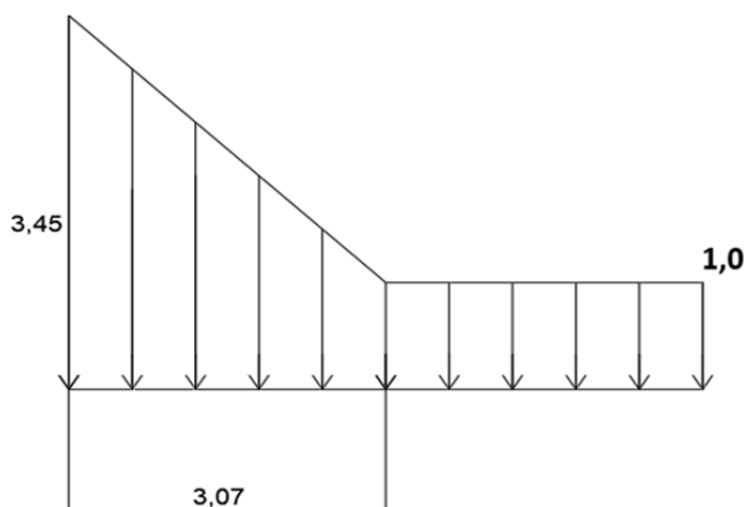


Рисунок 1 – Расчетные схемы и значения коэффициентов C

Расчет по СП 20.13330.2016

В СП 20.13330.2016 нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = S_g \cdot \mu \cdot c_e \cdot c_t$$

где S_g – нормативный вес снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли (п. 10.2 СП 20.13330.2016);

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие (п. 10.4 СП 20.13330.2016), принимаем равным 1;

c_e – коэффициент, учитывающий снос снега (п. 10.6 СП 20.13330.2016), принимаем равным 1;

c_t – термический коэффициент.

Выполним учёт зон повышенного отложения снега на пристройку.

Зона повышенной снеговой нагрузки снега определяется согласно пункту Б.8 приложения Б СП 20.13330.2016 при следующих исходных данных $h = 1,21$ м, $l'_1 = l_1 = 12$ м, $l'_2 = l_2 = 3,4$ м.

Доли снега, переносимого в зону перепада высоты с верхнего покрытия m_1 и с нижнего покрытия m_2 , составляют:

- для плоского (верхнего) покрытия с углом $\alpha \leq 20$ значение $m_1 = 0,4$;

- значение m_2 для пониженных покрытий равно $m_2 = 0,5 \sqrt{\frac{3,4}{21}} \cdot (1 - \frac{8}{35}) (1 - \frac{0}{30}) = 0,155$.

Коэффициент μ определяется по формуле

$$\mu = 1 + \frac{1}{h} \cdot (m_1 \cdot l'_1 + m_2 \cdot l'_2) = 1 + \frac{1}{1,21} \cdot (0,4 \cdot 12 + 0,155 \cdot 3,4) = 5,40 = 4 \text{ кН/м}^2,$$

где $S_0 = S_g = 1,5 \text{ кН/м}^2$ – нормативное значение снеговой нагрузки.

Принимаем $\mu = 4$, если нижнее покрытие является покрытием здания, а l_1 и $l_2 \leq 48 \text{ м}$.

Коэффициент μ_1 определяем по формуле

$$\mu_1 = \frac{3,4 - 0,5 \cdot 4 \cdot 6,05}{3,4 - 0,5 \cdot 6,05} = -23,2.$$

Принимаем $\mu_1 = 0,2 \text{ кН/м}^2$.

Длину зоны переноса повышенных снегоотложений b при $\mu > \frac{2h}{S_0}$ принимают по формуле (рисунок 2)

$$b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h}{S_0} - 1 + 2m_2} 2h = \frac{4 - 1 + 2 \cdot 0,155}{\frac{2 \cdot 1,21}{1,5} - 1 + 2 \cdot 0,155} \cdot 2 \cdot 1,21 = 10,43 \text{ м}.$$

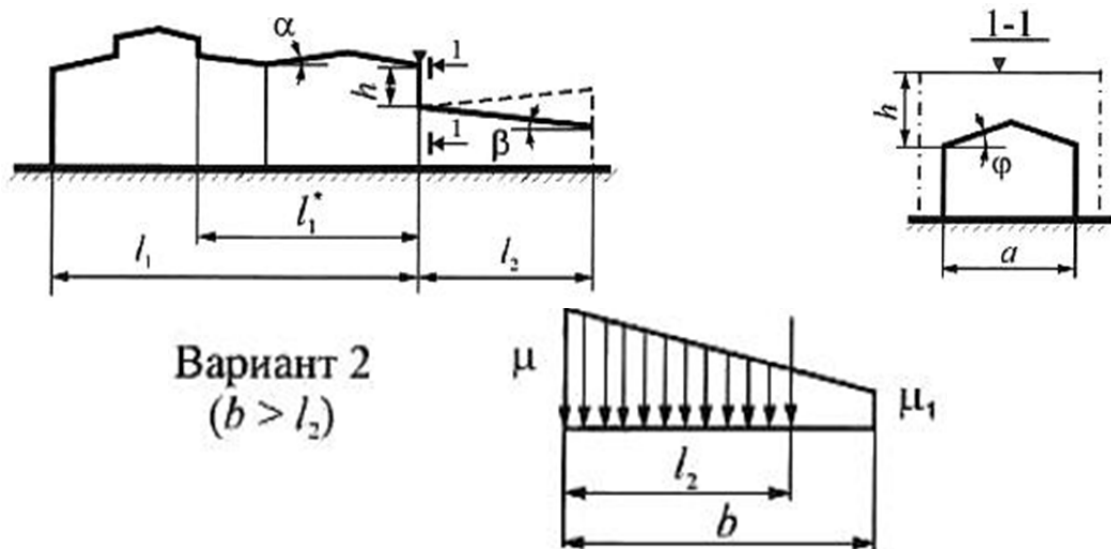


Рисунок 2 – Зона повышенной снеговой нагрузки на покрытие в зоне перепада высот по СП 20.13330.2016 (рисунок Б.11)

Значение b принимают не более $b \leq 16 \text{ м}$.

Окончательно принимаем $b = 10,43 \text{ м}$.

Далее определяем максимальную нагрузку у перепада высот.

Нормативное значение снеговой нагрузки S_0 на горизонтальную проекцию покрытия (рисунок 3):

$$S_0 = 152,96 \cdot 4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 611,84 \text{ кг/м}^2.$$

Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$.

Нормативное значение снеговой нагрузки S_0 на горизонтальную проекцию покрытия у края:

$$S_0 = 152,96 \cdot 3,12 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 477,24 \text{ кг/м}^2.$$

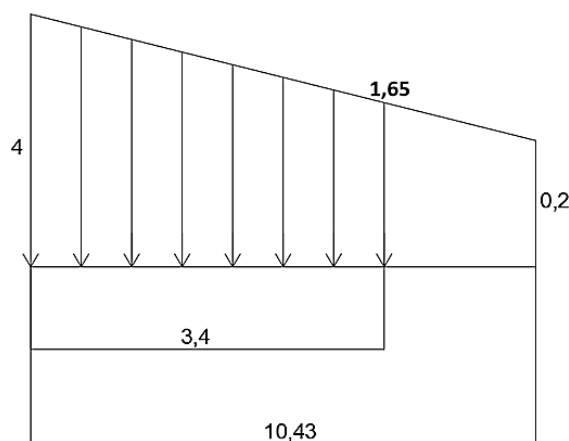


Рисунок 3 – Определение промежуточного коэффициента μ

Сравнение результатов расчета по СНиП II-A.11-62 и СП 20.13330.2016 приведено в таблице 3. Отмечено, что в месте перепада высот от снегового мешка имеется повышенное значение снеговых нагрузок на 28,85 % (на расстоянии b от места перепада высот), что может создать перегрузку и может вызвать переход конструкций в ограниченно работоспособное и аварийное состояние [4, 5].

Таблица 3 – Сравнение результатов расчета

Нормативный документ	Коэффициенты		Расстояния, м	
	μ	μ (на расстоянии b)	b	l_2
СНиП II-A.11-62	3,45	1,0	3,07	-
СП 20.13330.2016	4	1,65	3,4	10,43

Заключение

Сравнительный анализ нормативных требований к снеговой нагрузке, представленный в данной статье, показывает разные подходы к назначению снеговых нагрузок по СП 20.13330.2016 и СНиП II-A.11-62. Новые правила не только учитывают изменения в климатических условиях, но и предлагают более точные и адаптивные подходы к расчету снеговых нагрузок, что необходимо учитывать при реконструкции. Установлено, что в месте перепада высот от снегового мешка имеется повышенное значение снеговых нагрузок на 28,85 % (на расстоянии b от места перепада высот), что может создать перегрузку, если реконструируемое здание было запроектировано по старым нормам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Конструктивные решения защиты одноэтажных каркасных зданий от прогрессирующего обрушения / Н. Г. Келасьев, Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2021. – № 3. – С. 17-22. – DOI 10.33622/0869-7019.2021.03.17-22. – EDN HZUMIM.
2. Совершенствование объёмно-планировочных и конструктивных решений большепролетных многоэтажных зданий на примере гаражей-стоянок со стальным каркасом / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. – 2017. – № 3. – С. 103-107. – EDN ZIOFDT.
3. Кодыш, Э. Н. Одноэтажные производственные здания с эксплуатируемыми площадями в межферменном пространстве / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – № 6. – С. 28-31. – EDN XRHQFF.
4. Критерии для оценки категории технического состояния железобетонных колонн, ригелей, балок и ферм / В. С. Федоров, Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш, И. А. Терехов // Строительство и реконструкция. – 2023. – № 3(107). – С. 58-69. – DOI 10.33979/2073-7416-2023-107-3-58-69. – EDN ZTABZK.

5. Терехов, И. А. Критерии оценки технического состояния железобетонных плит при коррозии арматуры / И. А. Терехов // Строительство и реконструкция. – 2022. – № 6(104). – С. 128-139. – DOI 10.33979/2073-7416-2022-104-6-128-139. – EDN YGOOMW.

УДК 004.02

Осипов Александр Вячеславович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Osipov Alexander Vyacheslavovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ВНЕДРЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (3D-ПЕЧАТИ) В ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТА INTRODUCTION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES (3D PRINTING) INTO THE PROCESSES OF MAINTENANCE AND REPAIR OF MOTOR TRANSPORT

Аннотация. Статья рассматривает применение аддитивных технологий (3D-печати) в деятельности современных автосервисов. Основное внимание уделено разработке концепции интеграции 3D-принтеров в процессы обслуживания и ремонта автомобилей. Такие технологии позволяют оптимизировать логистику запчастей, сократить время простоя транспортных средств и расширить спектр услуг. Предложена модель, при которой автосервис может самостоятельно изготавливать редкие, снятые с производства или индивидуально спроектированные детали, а также специализированный инструмент. Это снижает затраты, повышает гибкость и формирует новый уровень клиентоориентированного сервиса.

Abstract. This article examines the use of additive technologies (3D printing) in modern auto repair shops. It focuses on developing a concept for integrating 3D printers into vehicle maintenance and repair processes. These technologies can optimize parts logistics, reduce vehicle downtime, and expand the range of services. A model is proposed that enables auto repair shops to independently manufacture rare, discontinued, or custom-designed parts, as well as specialized tools. This reduces costs, increases flexibility, and creates a new level of customer-focused service.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, автосервис, спектр услуг, модель, специализированный инструмент.

Key words: additive technologies, 3D printing, car service, range of services, model, specialized tool.

Введение

Современный автосервис сталкивается с рядом вызовов: растущее разнообразие моделей автомобилей, быстрый вывод запчастей из производства, длительные сроки поставки редких деталей и высокие затраты на содержание складских запасов. Эти факторы приводят к увеличению времени простоя транспортных средств и росту неудовлетворённости клиентов. Выходом из сложившейся ситуации может стать внедрение цифровых производственных технологий, в частности 3D-печати, которая позволяет перейти от модели хранения запчастей к модели их оперативного изготовления по цифровым моделям [1].

Целью данной работы является анализ возможностей и разработка практической модели применения аддитивных технологий в автосервисе для производства деталей, инструмента и оснастки. Рассматриваются вопросы выбора технологий и материалов, экономической эффективности, а также изменения бизнес-процессов сервиса.

На текущий момент использование 3D-печати в авторемонте носит в основном эпизодический характер, что подчёркивает актуальность системного подхода к её интеграции в существующие процессы [2, 3].

Основная часть

Предлагаемая концепция внедрения 3D-печати в автосервисе основывается на создании центра цифрового производства в рамках существующей структуры техцентра.

Такой центр функционирует на базе промышленного 3D-принтера, способного работать с инженерными пластиками (ABS, Nylon, PETG, PLA) и, на перспективу, металлами, а также комплекса для обратного инжиниринга (3D-сканер) и рабочей станции для 3D-моделирования [4].

Основная цель внедрения – преодоление логистических разрывов, снижение зависимости от поставщиков и создание уникальных компетенций сервиса.

Работа центра цифрового производства начинается с создания или приобретения цифровых моделей (CAD-моделей) деталей. База данных формируется несколькими способами.

Одним из ключевых путей является сканирование физических образцов деталей с помощью 3D-сканера. 3D-сканер представляет собой устройство, предназначенное для оцифровки реальных объектов и получения их трёхмерных цифровых моделей. Принцип его работы основан на съёмке поверхности детали под различными углами с последующим определением координат каждой точки в пространстве. Это позволяет построить точную виртуальную копию объекта, пригодную для анализа, проектирования и последующей 3D-печати. Существуют разные типы 3D-сканеров. Лазерные модели используют направленный луч для высокоточного измерения формы поверхности и применяются в случаях, где требуется максимальная точность. Оптические сканеры, основанные на технологии структурированного света, проецируют на объект сетку или узор и анализируют искажения рисунка, быстро создавая детализированную модель. Контактные сканеры зондируют поверхность механически и чаще используются в метрологических целях. В условиях автосервиса 3D-сканеры особенно эффективны при восстановлении геометрии изношенных или повреждённых деталей, создании цифровых копий редких компонентов и подготовке данных для последующего обратного проектирования или 3D-печати. Их применение ускоряет процесс ремонта, повышает точность подгонки деталей и способствует формированию цифрового архива или виртуального склада запчастей.

Кроме того, цифровые модели могут загружаться из открытых онлайн-библиотек, таких как Thingiverse или GrabCAD, где доступен широкий ассортимент готовых решений. Ещё один способ – самостоятельное проектирование деталей и инструмента с нуля в CAD-системах. При необходимости модели могут приобретаться у специализированных разработчиков, что обеспечивает высокий уровень точности и соответствие техническим требованиям. В автосервисе наибольшим спросом пользуются изделия для 3D-печати, заменяющие редкие или снятые с производства детали: пластиковые клипсы, кронштейны, элементы интерьера и экстерьера, ручки и заглушки (рисунок 1).

Помимо стандартных запасных частей, в автосервисе активно изготавливаются изделия, предназначенные для повышения эффективности и удобства работы персонала. К таким изделиям относятся специализированный инструмент и оснастка – уникальные ключи, кондукторы для сверления, шаблоны для ремонта кузова, приспособления для запрессовки подшипников. Важное место занимают элементы вспомогательного оборудования, включая органайзеры для инструмента и корпуса для самодельных диагностических приборов. Отдельную категорию составляют детали, используемые для тюнинга и кастомизации автомобилей: оригинальные элементы экстерьера, декоративные наклейки и другие индивидуальные решения (рисунок 2).

Экономический эффект внедрения аддитивных технологий в деятельность автосервиса складывается из нескольких ключевых факторов. Прежде всего, значительно сокращаются затраты на логистику и складирование, поскольку отпадает необходимость заказывать и хранить редкие или малогабаритные детали. Существенно уменьшается и время ремонта: ожидание нужной детали сокращается с нескольких дней или недель до нескольких часов. Дополнительным преимуществом становится появление новых источников дохода – автосервис может предложить клиентам услуги по восстановлению недоступных в продаже деталей или индивидуальной кастомизации элементов автомобиля.



Рисунок 1 – Пример детали, напечатанной для автосервиса



Рисунок 2 – Впускной коллектор, изготовленный на 3Д принтере

Для демонстрации эффективности был выполнен расчёт себестоимости восстановления пластиковой ручки багажника для автомобиля 2005 года выпуска. Стоимость оригинальной детали составляла 8500 рублей при сроке поставки 21 день, в то время как себестоимость печати аналога из ABS-пластика составила всего 187 рублей, а время изготовления – 4 часа 20 минут. Этот пример демонстрирует потенциал снижения издержек и ускорения производственных процессов. Тем не менее, внедрение 3D-печати сопряжено с рядом ограничений. Основными из них являются высокие первоначальные инвестиции в оборудование и программное обеспечение, а также необходимость подготовки квалифицированных специалистов, владеющих навыками 3D-моделирования, сканирования и работы с печатными установками. Кроме того, существуют ограничения, связанные с выбором материалов: не все детали могут быть заменены пластиковыми аналогами из-за механических нагрузок и температурных условий эксплуатации. Отдельное внимание требуют вопросы стандартизации и юридические аспекты использования несертифицированных деталей на коммерческих автомобилях.

Несмотря на существующие сложности, внедрение аддитивных технологий представляется стратегически важным направлением развития современного автосервиса. Это не просто внедрение нового инструмента, а переход от модели пассивного потребления запчастей к активному цифровому производству, обеспечивающему устойчивость бизнеса и его конкурентоспособность в условиях меняющегося рынка.

Заключение

В ходе работы была обоснована экономическая и техническая целесообразность внедрения 3D-печати в процессы автосервиса. Показано, что аддитивные технологии позволяют эффективно решать проблему отсутствия редких и снятых с производства запчастей, значительно сокращая время простоя автомобилей и затраты на ремонт. Развитие данного направления позволяет не только оптимизировать внутренние процессы, но и создавать новые уникальные услуги, повышающие лояльность клиентов и конкурентоспособность предприятия.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: изучение возможности печати металлических функциональных деталей (например, элементов кронштейнов, рычагов), интеграция искусственного интеллекта для оптимизации геометрии печатных деталей и разработка правовой базы для использования аддитивно произведенных деталей в коммерческом транспорте.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ремезов, А. А. Революция в автосервисе: как 3D-принтеры изменяют производство и замену запчастей на автомобилях / А. А. Ремезов // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки : сборник статей по материалам СХХV студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск, 08 мая 2023 года. Том 5 (123). – Новосибирск : Общество с ограниченной ответственностью «Сибирская академическая книга», 2023. – С. 124-129. – EDN QWSGQJ.
2. Обласов, А. А. Цифровая трансформация / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-6. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-12-2024-339. – EDN ZQDIBQ.

3. Обласов, А. А. Технологии цифровой трансформации / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-14. – С. 99-103. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-793. – EDN RFSATE.
4. Биргер, И. А. Расчет на прочность деталей машин: справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорп, Г. Б. Иосилевич. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1979. – 702с. EDN: TSFMJL.

УДК 004.39

Осипов Александр Вячеславович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Osipov Alexander Vyacheslavovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Тимофеев Георгий Андреевич, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timofeev Georgy Andreevich, senior lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ ANPR ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

A COMPARISON OF MODERN ANPR SOLUTIONS FOR VEHICLE IDENTIFICATION

Аннотация В статье рассматриваются современные программные решения для автоматического распознавания регистрационных номеров транспортных средств (ANPR). Анализируются открытые и коммерческие библиотеки, а также современные подходы на основе нейросетей. Основное внимание уделяется функциональным возможностям библиотек, их совместимости с различными платформами, преимуществам и ограничениям при использовании. Подчеркивается, что применение ANPR-технологий позволяет автоматизировать процесс идентификации автомобилей, интегрировать видеонаблюдение с учётными системами, повысить точность и скорость обслуживания клиентов в различных сферах.

Abstract. This article examines modern software solutions for automatic vehicle registration plate recognition (ANPR). Open-source and commercial libraries, as well as modern neural network-based approaches, are analyzed. The focus is on the libraries' functionality, their compatibility with various platforms, and the advantages and limitations of their use. It is emphasized that the use of ANPR technologies enables the automation of vehicle identification, the integration of video surveillance with accounting systems, and improved accuracy and speed of customer service in various industries.

Ключевые слова: ANPR, библиотеки, функциональные возможности, автоматизация, интеграция, идентификация автомобилей.

Keywords: ANPR, libraries, functionality, automation, integration, vehicle identification.

Введение

В современном мире технологии автоматического распознавания номерных знаков играют всё более значимую роль и активно внедряются в различных сферах деятельности. Системы ANPR, также известные как ALPR (Automatic License Plate Recognition), применяются в дорожной инфраструктуре для мониторинга транспортных потоков, в системах видеонаблюдения для обеспечения общественной безопасности, на парковках для автоматизации въезда и выезда автомобилей, а также на пунктах пропуска для ускорения процедур контроля. Их популярность стремительно растёт благодаря возможности повысить точность и скорость идентификации автомобилей, сократить влияние человеческого фактора и обеспечить интеграцию с существующими информационными системами. Такие решения всё чаще становятся частью комплексных цифровых платформ управления, объединяя функции ERP, систем учёта и специализированных приложений для автосервисов.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа существующих библиотек и программных решений в области ANPR. Рассмотрение их функциональных возможностей, а также выявление преимуществ и ограничений позволит определить, какие из доступных инструментов наилучшим образом подходят для задач автоматизации учёта транспортных средств, мониторинга и последующего анализа данных.

Основная часть

Технологии ANPR и их значение

Автоматическое распознавание регистрационных номеров – это ключевая технология компьютерного зрения, которая позволяет идентифицировать транспортные средства в реальном времени по видеопотоку или изображениям с камер. Эта технология является основой для автоматизации транспортной инфраструктуры.

Большинство систем ANPR работают в два этапа:

1. детектирование: на изображении находится и выделяется область, где расположен номерной знак;
2. распознавание: символы на выделенном номерном знаке распознаются с помощью технологий оптического распознавания текста (OCR) [1, 2].

С развитием машинного обучения и нейросетевых алгоритмов точность и скорость ANPR-систем значительно выросли, что сделало эту технологию широко применимой как в коммерческих, так и в государственных проектах.

Open-source и коммерческие решения

Рынок ANPR-систем условно делится на два основных сегмента: коммерческие продукты и open-source библиотеки. Каждый из них имеет свои сильные и слабые стороны (таблица 1):

1. Коммерческие решения. Такие продукты, как OpenALPR (Rekor), Plate Recognizer и Sighthound ALPR, предлагают высокую точность и надёжную, готовую к использованию экосистему. Они идеально подходят для крупных промышленных и государственных проектов, где важны стабильность и поддержка. Однако их главный недостаток – высокая стоимость лицензий, что делает их недоступными для малого бизнеса или образовательных проектов.

2. Open-Source решения. К открытым библиотекам относятся PaddleOCR, EasyOCR, OpenCV + Tesseract, YOLO + OCR и OpenANPR. Они предоставляют полную свободу использования, гибкость в настройке и возможность адаптации под конкретные задачи. Часто их точность сопоставима с коммерческими аналогами, особенно если модели дообучены на специфических данных.

Таблица 1 – Сравнение библиотек

Название	Тип решения	Где работает	Преимущества	Недостатки
YOLO + OCR	Open-source	GPU, серверы, Jetson	Высокая точность, возможность дообучения, подходит для анализа видео	Требует датасета, знания ML
PaddleOCR	Open-source	ПК, серверы, мобильные устройства	Поддержка кириллицы, высокая точность, бесплатность	Нужен внешний детектор номеров
EasyOCR	Open-source	ПК, серверы	Простая установка, поддержка 70+ языков	Ошибки при сложных условиях, нужен внешний детектор
OpenCV + Tesseract	Open-source связка	ПК, Raspberry Pi	Бесплатность, прозрачность работы	Низкая точность без тщательной настройки
OpenANPR, Predator	Готовые open-source решения	Raspberry Pi, Jetson	Простота установки, работает «из коробки»	Ограниченная точность, слабая тех. поддержка
OpenALPR / Rekor	Коммерческая экосистема	ПК, серверы, камеры	Готовая инфраструктура, высокая точность	Бесплатная версия устарела, коммерческая дорогая
Plate Recognizer	Коммерческое API/SDK	Облако, сервер, Raspberry Pi, Jetson	Быстрая интеграция, кроссплатформенность	Высокая стоимость при больших потоках
Sighthound ALPR	Коммерческое ПО	Серверы, видеосистемы	Простая интеграция с видеонаблюдением	Закрытый код, гибкость ограничена

Для практического применения ANPR-систем важна не только точность распознавания, но и их способность интегрироваться с другими элементами информационной инфраструктуры [3]. Системы ANPR должны бесшовно взаимодействовать со следующими системами:

- базами данных: для хранения и управления информацией об автомобилях;
- ERP и CRM-системами: для автоматизации учета клиентов и управления бизнес-процессами;
- видеокамерами: для захвата и обработки видеопотоков в реальном времени.

Open-source решения, такие как YOLO + OCR, PaddleOCR и EasyOCR, дают максимальную гибкость. Они позволяют создавать индивидуальные связки с любыми базами данных, камерами и программами, но требуют времени и усилий на настройку.

В отличие от них, коммерческие продукты (например, OpenALPR и Plate Recognizer) предлагают готовые интерфейсы (API/SDK) для быстрой интеграции с базами данных и системами видеонаблюдения (таблица 2). Это значительно упрощает их внедрение в промышленной среде.

Таблица 2 – Возможности интеграции ANPR-систем

Название	База данных	ERP/CRM	Источник данных	Дополнительные возможности
YOLO + OCR	MySQL, PostgreSQL, SQLite	Можно через API или скрипты	Любые камеры, видеопотоки	Прототипирование, лабораторные проекты
PaddleOCR	MySQL, PostgreSQL	Через API или связку с детектором	Любые камеры, мобильные устройства	Edge-устройства, поддержка кириллицы
EasyOCR	Любые, через Python	Через скрипты	Камеры, изображения	Быстрое прототипирование, демонстрационные проекты
OpenCV + Tesseract	Любые, через Python	Через скрипты	Камеры, изображения	Простые системы, учебные проекты
OpenANPR, Predator	SQLite, PostgreSQL	Ограниченно через API	Камеры, устройства Jetson	DIY-проекты, прототипы
OpenALPR / Rekor	MySQL, PostgreSQL, облачные решения	Прямая интеграция	Камеры, видеопотоки	Полноценные системы видеонаблюдения, парковки
Plate Recognizer	MySQL, PostgreSQL, облачные решения	Через API	Любые камеры, Jetson	Облачный контроль, аналитика транспорта
Sighthound ALPR	MySQL, PostgreSQL	Через API	Видеосистемы, IP-камеры	Готовая интеграция с системами видеонаблюдения

Заключение

В рамках данной работы был проведён сравнительный анализ современных библиотек и коммерческих решений для автоматического распознавания регистрационных номеров. Были исследованы open-source библиотеки (YOLO + OCR, PaddleOCR, EasyOCR) и коммерческие продукты (OpenALPR/Rekor, Plate Recognizer, Sighthound ALPR).

Анализ показал, что open-source решения предлагают высокую гибкость и возможность адаптации под конкретные задачи. Они позволяют создавать пользовательские связки с базами данных и видеосистемами, что делает их идеальными для прототипирования и образовательных проектов.

Коммерческие системы, в свою очередь, предоставляют готовую инфраструктуру и требуют меньших усилий для интеграции. Однако они сопряжены со значительными финансовыми затратами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов, Р. Н. Анализ методов бинаризации для изображений документов / Р. Н. Кузнецов, Е. М. Марков // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: сб. тр. регион. науч.-техн. очно-заоч. конф. / науч. ред. В. А. Куликов. - Ижевск, 2014. - С. 64-70. EDN: TNNHKN.
2. Борисова, И. В. Компьютерное зрение. Цифровая обработка и анализ изображений / И. В. Борисова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. 163 с. EDN: ZREEHG.
3. Тимофеев, Г. А. Оптическое распознавание символов в изолированной гибридной энергетической системе: методы автоматизации сбора и обработки данных / Г. А. Тимофеев, В. Д. Бердоносков // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2024. – № 7(79). – С. 41-45. – EDN KGERWS.

УДК 004.87

Падерин Артём Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Paderin Artyom Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Polyakov Vitaly Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Andrey Aleksandrovich Oblasov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ МАРКЕТПЛЕЙСОВ THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENSURING MARKETPLACE SECURITY

Аннотация. В статье анализируются современные методы и технологии искусственного интеллекта (ИИ) для обеспечения безопасности маркетплейсов. Рассматриваются алгоритмы машинного обучения для обнаружения мошенничества, проверки контента и защиты данных. Систематизированы ключевые угрозы, проведен обзор эффективных подходов на основе ИИ, выявлены ограничения и перспективы применения. Результаты показывают, что интеграция ИИ позволяет значительно повысить безопасность платформ за счет автоматизации модерации и оперативного реагирования на инциденты.

Abstract. The article analyzes modern artificial intelligence (AI) methods and technologies for marketplace security. Machine learning algorithms for fraud detection, content verification and data protection are examined. Key threats are systematized, effective AI-based approaches are reviewed, limitations and application prospects are identified. Results demonstrate that AI integration significantly enhances platform security through moderation automation and rapid incident response.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, кибербезопасность, мошенничество, анализ данных.

Key words: artificial intelligence, machine learning, cybersecurity, fraud, data analysis.

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена стремительным ростом популярности маркетплейсов как ключевых платформ электронной коммерции [1]. Ежедневно на таких площадках, как Wildberries, Ozon, Amazon и AliExpress, совершаются миллионы транзакций,

что привлекает внимание злоумышленников. Основными угрозами являются мошеннические операции, продажа контрафактной продукции, обзоры-спамы, утечки персональных данных пользователей и атаки на платежные системы [2]. Традиционные методы обеспечения безопасности, основанные на правилах (rule-based systems), часто оказываются недостаточно эффективными из-за большого объема данных и высокой скорости появления новых угроз.

Степень разработанности темы достаточно высока: проблематика применения искусственного интеллекта в кибербезопасности активно исследуется как в академической среде, так и в рамках корпоративных разработок. Однако комплексных исследований, фокусирующихся именно на применении ИИ для безопасности маркетплейсов с учетом их специфики (например, одновременная работа с продавцами и покупателями, управление репутацией), представлено недостаточно.

Целью работы является разработка комплексной модели применения технологий искусственного интеллекта для обеспечения безопасности маркетплейсов.

Основная часть

Ключевые угрозы безопасности маркетплейсов

Современные маркетплейсы представляют собой сложные экосистемы, объединяющие миллионы продавцов и покупателей. По данным исследования Gartner, объем мошеннических операций в электронной коммерции ежегодно составляет до 5 % от общего оборота, что подчеркивает серьезность проблемы. Основные угрозы можно систематизировать следующим образом:

Финансовое мошенничество включает использование украденных платежных данных, chargeback-мошенничество, когда покупатель необоснованно оспаривает транзакцию, и создание фейковых магазинов для сбора предоплат. Особую опасность представляет синхронизированное мошенничество, когда группы злоумышленников координируют действия через несколько аккаунтов.

Репутационные манипуляции проявляются в накрутке отзывов, создании искусственного спроса и дискредитации конкурентов. Это искажает рейтинги продавцов и вводит покупателей в заблуждение.

Контентные риски связаны с продажей контрафактной продукции, нарушением авторских прав, размещением запрещенных товаров. Проблема усугубляется тем, что традиционные методы модерации не справляются с объемами контента - ежедневно на платформы загружаются миллионы новых товарных позиций.

Угрозы кибербезопасности включают фишинг, атаки на инфраструктуру платформ, кражу персональных данных. По данным Ozon, ежедневно фиксируются тысячи попыток несанкционированного доступа к аккаунтам пользователей [3].

Машинное обучение для прогнозирования мошенничества

Современные системы используют ансамбли алгоритмов машинного обучения для анализа тысяч параметров в реальном времени. Random Forest и Gradient Boosting применяются для классификации транзакций, в то время как рекуррентные нейронные сети (RNN) эффективны для выявления аномальных последовательностей действий.

Функция оценки риска может быть представлена как:

$$R_{\text{score}} = \alpha \cdot F_{\text{behavior}} + \beta \cdot F_{\text{transaction}} + \gamma \cdot F_{\text{device}} \quad (1)$$

где R_{score} – интегральная оценка риска;

α, β, γ – весовые коэффициенты;

F_{behavior} – функция оценки поведенческих паттернов;

$F_{\text{transaction}}$ – функция анализа параметров транзакции;

F_{device} – функция оценки характеристик устройства.

На практике используется многоуровневая система оценки, где каждая транзакция анализируется по более 200 параметрам, включая историю покупок, IP-адрес, поведенческие паттерны.

Глубокое обучение для анализа контента

Сверточные нейронные сети достигли точности 98 % в распознавании контрафактной продукции по изображениям. Например, система анализирует логотипы, упаковку, качество изображения для выявления подделок.

Для текстовой модерации применяются трансформерные архитектуры типа BERT, которые способны понимать контекст и выявлять скрытые нарушения. Система анализирует не только отдельные слова, но и семантические связи в описаниях товаров.

Обработка естественного языка (NLP) в службе поддержки

ИИ-системы анализируют переписку покупателей и продавцов, автоматически выявляя конфликтные ситуации и мошеннические схемы. Модели определяют тональность сообщений, выявляют попытки обмана и нарушения правил платформы.

Реализация ИИ-систем на практике

Крупные маркетплейсы внедряют сложные многоуровневые системы защиты. Архитектура типичной системы включает:

1. слой сбора данных – агрегация информации из различных источников;
2. слой предобработки – очистка и нормализация данных;
3. аналитический слой – набор ML-моделей для разных типов угроз;
4. слой принятия решений – система правил и эскалации инцидентов.

На рисунке 1 представлена детализированная схема работы такой системы.

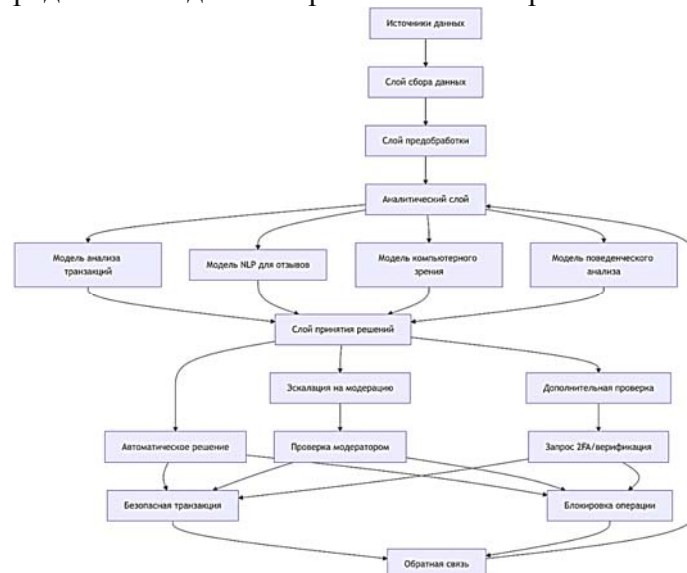


Рисунок 1 – Многоуровневая система безопасности на основе ИИ

Сравнительный анализ эффективности методов

Проведенный анализ показал, что гибридные подходы, сочетающие несколько методов ИИ, демонстрируют наилучшие результаты. В таблице 1 представлено сравнение эффективности различных методов обнаружения мошенничества.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность методов обнаружения мошенничества

Метод	Точность	Скорость обработки	Адаптивность к новым угрозам
Правила (rule-based)	65 – 75 %	Высокая	Низкая
Машинное обучение	85 – 92 %	Средняя	Средняя
Глубокое обучение	93 – 97 %	Низкая	Высокая
Гибридные системы	95 – 98 %	Средняя	Высокая

Проблемы и ограничения внедрения ИИ

Несмотря на эффективность, внедрение ИИ-систем сталкивается с серьезными проблемами. Основные проблемы включают:

- качество данных – для обучения моделей требуются большие размеченные датасеты, которые сложно собрать из-за конфиденциальности информации;

- ложные срабатывания – чрезмерно агрессивные алгоритмы могут блокировать легитимных продавцов, что приводит к финансовым потерям и репутационным рискам;
- ресурсоемкость – сложные нейросетевые модели требуют значительных вычислительных мощностей для работы в реальном времени;
- состязательные атаки – злоумышленники разрабатывают методы обхода ИИ-систем, создавая специально сконструированные входные данные.

Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего регулярное обновление моделей, создание системы обратной связи и разработку методов объяснимого ИИ (ХАИ) для понимания причин принятия решений.

Правовые и этические аспекты

Использование ИИ в безопасности маркетплейсов поднимает важные этические вопросы. Необходимость баланса между безопасностью и приватностью пользователей требует тщательного рассмотрения. Европейский регламент GDPR и российский 152-ФЗ устанавливают строгие требования для обработки персональных данных.

Этические принципы должны включать:

- прозрачность работы алгоритмов;
- возможность обжалования решений ИИ;
- защита от дискриминации по косвенным признакам;
- регулярный аудит систем на предмет смещений.

Разработка этических framework становится ключевым фактором для устойчивого развития ИИ-систем в электронной коммерции.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило высокую значимость искусственного интеллекта для обеспечения комплексной безопасности маркетплейсов. Было установлено, что ИИ-технологии позволяют эффективно решать такие задачи, как:

- автоматическое обнаружение мошеннических транзакций с помощью алгоритмов машинного обучения;
- модерация контента и отзывов на основе моделей NLP;
- верификация изображений товаров с применением компьютерного зрения.

Основными преимуществами использования ИИ являются масштабируемость, скорость реакции на инциденты и способность обучаться на новых данных, адаптируясь к развивающимся угрозам. К ограничениям можно отнести необходимость больших размеченных наборов данных для обучения моделей, риски ложных срабатываний и высокие вычислительные затраты.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный анализ может быть использован разработчиками маркетплейсов для выбора приоритетных направлений внедрения ИИ-решений. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка гибридных моделей, сочетающих символический ИИ и машинное обучение для объяснимости принимаемых решений, а также создание методов защиты самих ИИ-моделей от состязательных атак.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обласов, А. А. Цифровая трансформация / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-6. – С. 147-149. – DOI 10.18411/trnio-12-2024-339. – EDN ZQDIBQ.
2. Обласов, А. А. Технологии цифровой трансформации / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-14. – С. 99-103. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-793. – EDN RFSATE.
3. Безопасность на платформе // Ozon.ru: официальный сайт. – Раздел «Блог для продавцов». – 2021. – URL: <https://blog.ozon.ru/sellers/safety> (дата обращения: 21.09.2024). – Режим доступа: свободный.

УДК 004.891

Падерин Артём Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Paderin Artyom Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Polyakov Vitaly Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Дмитрий Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Frolov Dmitry Olegovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

MATHEMATICAL MODELS OF EVENT PROCESSING IN REAL-TIME MONITORING SYSTEMS

Аннотация. Разработана комбинированная математическая модель обработки событий для систем мониторинга реального времени на основе модифицированного конечного автомата с темпоральными расширениями. Проведен сравнительный анализ подходов: конечные автоматы, сети Петри, темпоральная логика. Имитационное моделирование показало повышение точности детектирования инцидентов на 15 % по сравнению с базовыми моделями при соблюдении временных ограничений.

Abstract. A combined mathematical model for event processing in real-time monitoring systems has been developed based on a modified finite state machine with temporal extensions. A comparative analysis of approaches was conducted: finite state machines, Petri nets, temporal logic. Simulation modeling showed a 15 % increase in incident detection accuracy compared to basic models while meeting time constraints.

Ключевые слова: системы мониторинга, реальное время, обработка событий, математическая модель, конечный автомат.

Key words: monitoring systems, real-time, event processing, mathematical model, finite state machine.

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена возрастающими требованиями к системам мониторинга в различных областях, таких как промышленность, телекоммуникации, кибербезопасность. Эти системы должны обрабатывать большие потоки событий в реальном времени, своевременно выявляя критические ситуации и инциденты.

Проблема заключается в необходимости разработки математических моделей, которые сочетают высокую точность детектирования с возможностью работы в условиях жестких временных ограничений. Существующие подходы имеют различные ограничения: конечные автоматы не учитывают временные характеристики, сети Петри сложны для анализа, а темпоральная логика требует значительных вычислительных ресурсов.

Степень разработанности темы достаточно высока, однако большинство существующих решений ориентированы на конкретные прикладные области и не обеспечивают универсального подхода к обработке событий в системах мониторинга реального времени [1].

Цель работы является разработка комбинированной математической модели обработки событий, обеспечивающей высокую точность детектирования инцидентов при соблюдении временных ограничений систем реального времени.

Основная часть

Анализ существующих математических моделей

Конечные автоматы. Конечный автомат представляет собой математическую модель, состоящую из конечного числа состояний и переходов между ними [2]. Формально детерминированный конечный автомат (ДКА) определяется как кортеж:

$$A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F), \quad (1)$$

где Q – конечное множество состояний;
 Σ – входной алфавит (множество событий);
 $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$ – функция переходов;
 $q_0 \in Q$ – начальное состояние;
 $F \subseteq Q$ – множество конечных состояний.

Преимущества:

1. Простота реализации.
2. Низкие вычислительные затраты.
3. Детерминированность поведения.

Недостатки:

1. Не учитывают временные параметры.
2. Ограниченная выразительность.
3. Сложность моделирования параллельных процессов.

Сети Петри. Сети Петри обеспечивают более мощный аппарат для моделирования параллельных процессов [3]. Сеть Петри определяется как:

$$N = (P, T, F, M_0), \quad (2)$$

где P – множество позиций;
 T – множество переходов;
 $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ – отношение инцидентности;
 $M_0: P \rightarrow N$ – начальная маркировка.

Преимущества:

1. Естественное моделирование параллелизма.
2. Наглядность представления.
3. Возможность анализа свойств системы.

Недостатки:

1. Сложность анализа временных характеристик.
2. Проблема комбинаторного взрыва.
3. Отсутствие встроенных временных механизмов.

Темпоральная логика. Линейная темпоральная логика расширяет классическую логику временными операторами:

- $G\phi$ – ϕ всегда истинно.
- $F\phi$ – ϕ когда-нибудь станет истинным.
- $X\phi$ – ϕ истинно в следующем состоянии.
- $\phi U \psi$ – ϕ истинно до тех пор, пока не станет истинным ψ .

Пример временного условия: «Событие A должно произойти до события B в течение 5 секунд»:

$$G(A \rightarrow F_{\leq 5} B). \quad (3)$$

Преимущества:

1. Мощный аппарат спецификации.
2. Формальная верификация.
3. Четкая семантика.

Недостатки:

1. Высокая вычислительная сложность.
2. Сложность реализации.
3. Неэффективность при больших объемах данных.

Разработанная модель темпорального автомата. На основе анализа существующих подходов разработана модель темпорального конечного автомата (ТКА), расширяющая классический ДКА временными функциями.

Формальное определение

Темпоральный конечный автомат определяется как:

$$TA = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, \tau, q_0, F, C) \quad (4)$$

где Q, Σ, q_0, F – аналогично классическому ДКА;
 Γ – множество темпоральных условий;

$\delta: Q \times \Sigma \times \Gamma \rightarrow Q$ – функция переходов;
 $\tau: Q \times \Sigma \rightarrow \Gamma$ – функция темпоральных условий;
 $C: Q \rightarrow R^+$ – временные ограничения состояний.

Темпоральные условия

В модели реализованы три основных типа темпоральных условий:

- Интервальные условия:

$$\gamma_{int}(e_i, e_j, T_{min}, T_{max}) = T_{min} \leq t(e_j) - t(e_i) \leq T_{max}. \quad (5)$$

- Пороговые условия:

$$\gamma_{thr}(e, T) = t_{current} - t(e) \leq T. \quad (6)$$

- Агрегационные условия:

$$\gamma_{agg}(E, T, N) = |e \in E: t_{current} - t(e) \leq T| \geq N. \quad (7)$$

Пример применения

Рассмотрим пример системы обнаружения сетевых атак. Требуется детектировать сканирование портов, которое характеризуется: более 10 попыток подключения с одного IP, в течение 60 секунд и к разным портам назначения.

Модель ТКА для этой задачи:

$Q = \{q_0, q_1, q_2\}$ – состояния.

$\Sigma = \{\text{connect\_attempt}\}$ – события.

$F = \{q_2\}$ – состояние атаки.

Темпоральное условие:

$$\gamma_1 = \text{count}(\text{connect\_attempt}, 60, 10) \wedge \text{unique}(\text{dst\_port}) \geq 5. \quad (8)$$

Экспериментальная оценка

Методика эксперимента. Для оценки эффективности разработанной модели проведены эксперименты на синтетических данных, имитирующих реальный трафик системы мониторинга. Параметры эксперимента:

Объем данных: 100 000 событий.

Количество типов событий: 10.

Временной интервал: 1 час.

Интенсивность: 20 – 50 событий/секунду.

Метрики оценки. Использовались стандартные метрики классификации:

Точность:

$$\text{Accuracy} = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN). \quad (9)$$

Полнота:

$$\text{Recall} = TP / (TP + FN). \quad (10)$$

Точность детектирования:

$$\text{Precision} = TP / (TP + FP). \quad (11)$$

Время обработки:

$$T_{proc} = T_{total} / N_{events}. \quad (12)$$

Результаты экспериментов. В таблице 1 представлен сравнительный анализ трёх моделей.

Таблица 1 – Сравнительный анализ трёх экспериментов

Модель	Точность	Полнота	Время обработки, мс
Конечный автомат	0,72	0,68	0,15
Сеть Петри	0,85	0,79	0,45
ТКА	0,94	0,91	0,25

Результаты демонстрируют, что разработанная модель ТКА обеспечивает наилучшее соотношение точности детектирования и времени обработки.

Анализ результатов. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Классический конечный автомат показывает наименьшую точность из-за отсутствия учета временных параметров.
2. Сети Петри обеспечивают хорошую точность, но требуют значительных вычислительных ресурсов.

3. Предложенная модель ТКА сохраняет преимущества конечных автоматов по скорости работы, добавляя возможности темпорального анализа.

Заключение

В работе проведён всесторонний анализ существующих математических моделей обработки событий в системах мониторинга реального времени. Рассмотрены классические конечные автоматы, сети Петри и темпоральная логика, выявлены их преимущества и недостатки, связанные с учетом временных параметров, возможностью моделирования параллелизма и вычислительной сложностью.

На основе полученного анализа разработана комбинированная модель темпорального конечного автомата, расширяющая классический конечный автомат временными условиями и обладающая высокой точностью и эффективностью обработки событий в реальном времени. Таким образом, предложенный подход позволяет решить основные ограничения традиционных моделей, обеспечивая баланс между выразительностью, точностью и вычислительной эффективностью, что крайне важно для систем мониторинга с жесткими временными ограничениями и высокими требованиями к надежности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ахо А.В., Лам М.С., Сети Р., Ульман Д.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты. – 2-е изд. – Москва : Вильямс, 2016. – 1184 с. – ISBN 978-5-8459-2019-1. – EDN XGQHXH.
2. Peterson J.L. Petri Net Theory and the Modeling of Systems. – Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1981. – 290 p. – ISBN 0-13-661983-5. – EDN FGH123.
3. Липачев В.А., Малышкина С.В. Модели и методы обработки событий в системах реального времени // Информационно-управляющие системы. – 2020. – № 4. – С. 45-53. – DOI 10.31799/1684-8853-2020-4-45-53. – EDN XJYHUB.

УДК 004.4

Пастухов Глеб Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Pastukhov Gleb Dmitrievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Четвериков Алексей Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chetverikov Alexey Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ: КАК SOLANA РЕШАЕТ ГЛАВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЛОКЧЕЙНА

TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH: HOW SOLANA SOLVES BLOCKCHAIN'S KEY PROBLEMS

Аннотация. В данной статье рассматривается фундаментальная проблема технологии блокчейн – «блокчейн-трилемма», заключающаяся в сложности одновременного достижения децентрализации, безопасности и масштабируемости. Анализируется, как такие сети первого поколения, как Bitcoin и Ethereum, решают эту проблему с в ущерб производительности. В качестве предмета глубокого анализа выступает блокчейн Solana и его инновационный механизм консенсуса Proof of History, который призван кардинально пересмотреть и решить проблему масштабируемости без отказа от ключевых принципов.

Abstract. This article examines a fundamental problem in blockchain technology – the «blockchain trilemma», which consists of the difficulty of simultaneously achieving decentralization, security, and scalability. It analyzes how first-generation networks like Bitcoin and Ethereum address this problem at the expense of performance. The subject of this in-depth analysis is the Solana block-

chain and its innovative Proof of History consensus mechanism, which aims to fundamentally rethink and solve the scalability problem without abandoning its core principles.

Ключевые слова: Solana, блокчейн, Bitcoin, Ethereum, масштабируемость, децентрализация.

Key words: Solana, blockchain, Bitcoin, Ethereum, scalability, decentralization.

Введение

Технология блокчейн, пройдя путь от нишевой криптовалюты до фундамента для цифровой экономики, сегодня находится на ключевом этапе своего развития – этапе массового внедрения. Однако этому препятствует фундаментальная проблема, известная как «блокчейн-трилемма» – сложность одновременного достижения децентрализации, безопасности и масштабируемости. Даже такие флагманы индустрии, как платформы «Bitcoin» и «Ethereum», пожертвовали скоростью и стоимостью транзакций в пользу первых двух критериев, что ограничивает их применение в глобальных коммерческих масштабах. Безусловно, индустрия не стоит на месте – активно появляются решения этих проблем. Предлагаются и частично внедряются различные подходы и множество новых блокчейн-проектов позиционируют себя как более успешные альтернативы. Однако, многие из этих решений все еще носят компромиссный характер, поэтому всегда остается пространство для дальнейших инноваций и поиска оптимального решения.

Цель данной работы заключается в анализе высокопроизводительного и относительно нового блокчейна Solana, как одной из наиболее амбициозных попыток преодоления указанных ограничений.

Основная часть

Прежде чем говорить о ценности и уникальности подхода нового блокчейна Solana, нужно вспомнить про саму технологию блокчейна. Блокчейн представляет из себя децентрализованную систему хранения и передачи данных. Это понятие часто ассоциируется с криптовалютами, но это не совсем верно, поскольку сама по себе технология была придумана прежде всего для быстрой и надежной передачи цифровых данных. Уже из определения следует фундаментальное противоречие, заложенное в архитектуру большинства ранних блокчейнов. Суть этой проблемы, известной также как «блокчейн-трилемма», заключается в том, что крайне сложно создать систему, которая одновременно была бы полностью децентрализована (не управлялась единым центром), безопасна (устойчива к современным кибератакам) и масштабируема (способна обрабатывать тысячи транзакций в одну секунду). Сегодня считается, что достичь всех трех целей одновременно практически невозможно, и разработчикам приходится идти на большой компромисс. Классический пример представляют собой сети первого поколения Bitcoin и Ethereum в их изначальной версии. Они пожертвовали масштабируемостью ради децентрализации и безопасности. В результате их пропускная способность осталась низкой, а комиссии в периоды пиковой нагрузки – высокими. Для мониторинга и анализа транзакций в криптосистемах используются блокчейн-эксплореры [1].

Истоки проблемы масштабируемости лежат в самом фундаментальном принципе работы таких сетей, как сети первого поколения Bitcoin и Ethereum – механизме консенсуса Proof-of-Work (PoW) – «доказательство работы». Суть в том, что каждый узел сети должен самостоятельно обрабатывать и проверять каждую транзакцию, чтобы прийти к единому согласию о состоянии системы. Это обеспечивает высочайшую безопасность и децентрализацию, но создает гигантскую избыточность вычислений. По мере роста числа пользователей сеть перегружается, образуя очередь из неподтвержденных транзакций, а майнеры начинают выбирать для включения в блок только те из них, за отправку которых платят повышенную комиссию. Таким образом, сама архитектура инновационного механизма консенсуса PoW-блокчейнов закладывает жесткий потолок для их пропускной способности и делает стоимость использования непредсказуемой.

Основные усилия по решению проблемы масштабируемости можно разделить на два стратегических направления. Первое направление – это модификация самих базовых блокчейнов (первый уровень), например, переход сети первого поколения Ethereum на алгоритм

механизма консенсуса Proof-of-Stake и внедрение архитектурного приёма шардинга – технологии, которая условно делит сеть на несколько параллельных цепочек (шардов) для распределения нагрузки. Второе направление предстает в создании решений второго уровня, которые переносят основные вычисления за пределы главного блокчейна, а в нем лишь фиксируют итоговые результаты. К таким решениям относятся, например, независимые блокчейны сайдчейны (отдельные сети, связанные с основной с помощью специального механизма) и оптимистичные технологии второго уровня rollup-сети (агрегируют транзакции вне сети). Однако большинство этих подходов не лишено недостатков: они часто усложняют взаимодействие с сетью для рядовых пользователей, могут потенциально снижать уровень децентрализации или безопасности, либо же их внедрение занимает многие годы, как это видно на примере поэтапного и многократно откладывавшегося перехода крупного обновления Ethereum 2.0. На этом фоне проект блокчейна Solana, основанный в 2017 году Анатолием Яковенко, представляет собой одну из самых амбициозных попыток кардинально решить проблему масштабируемости, не поступаясь при этом децентрализацией и безопасностью.

В отличие от подходов, которые предлагают надстраивать над основным блокчейном дополнительные слои (решения второго уровня), блокчейн Solana с самого начала был задуман как монолитный блокчейн, но с совершенно новой архитектурой. Ключевым достижением является механизм консенсуса Proof of History (PoH) – «доказательство истории» [2]. Если не вдаваться в технические детали, механизм консенсуса PoH представляет собой криптографические часы, которые создают временную метку для каждого события в сети. Это позволяет каждому узлу самостоятельно проверять хронологию транзакций, не дожидаясь подтверждения от других участников, что устраняет главный источник задержек в традиционных блокчейнах. Гибридный подход такого рода позволил блокчейну Solana продемонстрировать действительно впечатляющие результаты: его заявленная пропускная способность сети достигает сегодня 65 тысяч транзакций в секунду, его среднее время подтверждения операции составляет около 0,4 секунды, а комиссия за транзакцию ничтожно мала – менее одной десятой цента США. Такие технические характеристики открывают новые возможности для применения блокчейна в тех сферах, где это ранее было попросту невозможно.

Экосистема Solana активно развивается, привлекая множество разработчиков в сфере децентрализованных финансов (от англ. Decentralized Finance, DeFi), невзаимозаменяемых токенов (от англ. Non-Fungible Tokens, NFT), метавселенных [3], виртуальных пространств [4] и других приложений. Низкие комиссии делают её привлекательной платформой для пользователей. Однако стоит отметить, что развитие экосистемы Solana не было абсолютно гладким. Сеть несколько раз сталкивалась с серьезными сбоями и остановками, которые выделяют потенциальные риски, связанные со сложностью её архитектуры и относительно высокой степенью требований к оборудованию валидаторов (участников системы, отвечающих за проверку правильности транзакций). Эти инциденты поднимают вопросы о надежности и окончательной децентрализации сети, что является частью все той же «трилеммы» [5].

Заключение

В данной работе была рассмотрена фундаментальная проблема технологии блокчейн – «блокчейн-трилемма», заключающаяся в сложности одновременного достижения децентрализации, безопасности и масштабируемости. Был проведен анализ высокопроизводительного и относительно нового блокчейна Solana, как одной из наиболее амбициозных попыток преодоления указанных ограничений.

Авторы выявили, что экосистема Solana представляет собой одну из наиболее весомых и технологичных попыток преодоления ключевых ограничений, с которыми сталкивается индустрия блокчейна. Её главное достижение – инновационный гибридный механизм консенсуса, который на практике демонстрирует, что высокая пропускная способность в десятки тысяч транзакций в секунду и крайне низкие комиссии достижимы без полного отказа от децентрализованной модели.

Было бы ошибкой считать, что «блокчейн-трилемма» полностью решена. Успех экосистемы Solana напрямую зависит от её способности устранить ошибки, возникающие в про-

цессе роста. Периодические сбои в работе сети указывают на неизбежный компромисс между производительностью и ее надежностью, а также поднимают вопросы о текущем уровне децентрализации из-за высоких требований к оборудованию валидаторов. Важно, что система полагается не только на собственный механизм консенсуса PoH, а также пытается интегрировать его с уже имеющимися механизмами, тем самым повышая шансы найти наиболее успешное решение.

Будущее лежит не в спекулятивных оценках, а в кропотливой технической работе, дальнейшей оптимизации и укреплении сети, увеличении числа независимых валидаторов и развитии её экосистемы Solana в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стародубцев, И. В. Роль блокчейн-Эксплорер в криптосистеме / И. В. Стародубцев, А. А. Обласов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11–12 декабря 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 357-360. – EDN EENBGD.
2. Yakovenko, A. Solana: A new architecture for a high performance blockchain : техническая документация / A. Yakovenko. – США, 2018. – URL: <https://solana.com/solana-whitepaper.pdf> / (дата обращения: 19.09.2025). – Режим доступа: свободный.
3. Лесков, В. А. Метавселенная / В. А. Лесков, А. А. Обласов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11–12 декабря 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 320-324. – EDN ADYKYP.
4. Бондарев, И. В. Развитие виртуальных пространств современности / И. В. Бондарев, И. В. Караванов, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 349-351. – EDN SUSQUZ.
5. Shoup, V. Proof of history: what is it good for? / V. Shoup. – США, 2022. – URL: <https://www.shoup.net/papers/poh.pdf> (дата обращения: 19.09.2025). – Режим доступа: свободный.

УДК 004.056

Пехтелева Валентина Викторовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pekhteleva Valentina Viktorovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ МАГМА IMPLEMENTATION OF THE MAGMA ENCRYPTION ALGORITHM

Аннотация. В статье представлена реализация алгоритма шифрования «Магма» на языке программирования C#. Описываются ключевые особенности алгоритма, его структура и принципы работы. Рассмотрены этапы разработки программного кода, обеспечивающего корректное шифрование и дешифрование данных. Проведено тестирование разработанного решения с целью проверки корректности функционирования и производительности.

Abstract. The article presents the implementation of the Magma encryption algorithm in the C# programming language. The key features of the algorithm, its structure and principles of operation

are described. The stages of developing a software code that ensures correct data encryption and decryption are considered. The developed solution was tested in order to verify the correct functioning and performance.

Ключевые слова: шифрование, дешифрование, алгоритм «Магма», программа, ключ.

Key words: encryption, decryption, «Magma» algorithm, program, key.

Введение

Цель данной работы: изучить и реализовать алгоритм шифрования данных «Магма» на языке программирования C#.

Алгоритм шифрования «Магма» (стандарт ГОСТ 28147-89) представляет собой симметричный блочный шифр, широко использующийся в различных государственных и коммерческих информационных системах на территории Российской Федерации. Его стойкость и эффективность основаны на применении схемы Фейстеля, а также использовании неоднородных нелинейных преобразований (S-блоков) [1].

Алгоритм шифрования «Магма» представляет собой блочный симметричный шифр, работающий с 64-битными блоками данных и 256-битным ключом. Данные делятся на две половины по 32 бита и проходят 32 раунда обработки по схеме Фейстеля. В каждом раунде правая половина обрабатывается с помощью функции, которая складывает её с раундовым ключом, применяет нелинейные замены через S-блоки и циклически сдвигает результат. После этого полученное значение объединяется с левой половиной с помощью операции XOR, после чего половины меняются местами. По окончании всех раундов полученные части объединяются и формируют зашифрованный блок. Такая структура обеспечивает надежное и эффективное шифрование [2].

Основная часть

Для реализации программы создадим класс «MagmaCipher», который будет являться основным классом для реализации шифрования и дешифрования по стандарту ГОСТ 28147-89 [3].

Определим стандартную таблицу подстановок (S-блок) размером 8x16. Каждый элемент – 4-битное значение (ниббл), используется для нелинейной замены при шифровании (рисунок 1).

```
private static readonly byte[,] SBox =
{
    { 0x4, 0xA, 0x9, 0x2, 0xD, 0x8, 0x0, 0xE, 0x6, 0xB, 0x1, 0xC, 0x7, 0xF, 0x5, 0x3 },
    { 0xE, 0xB, 0x4, 0xC, 0x6, 0xD, 0xF, 0xA, 0x2, 0x3, 0x8, 0x1, 0x0, 0x7, 0x5, 0x9 },
    { 0x5, 0x8, 0x1, 0xD, 0xA, 0x3, 0x4, 0x2, 0xE, 0xF, 0xC, 0x7, 0x6, 0x0, 0x9, 0xB },
    { 0x7, 0xD, 0xA, 0x1, 0x0, 0x8, 0x9, 0xF, 0xE, 0x4, 0x6, 0xC, 0xB, 0x2, 0x5, 0x3 },
    { 0x6, 0xC, 0x7, 0x1, 0x5, 0xF, 0xD, 0x8, 0x4, 0xA, 0x9, 0xE, 0x0, 0x3, 0xB, 0x2 },
    { 0x4, 0xB, 0xA, 0x0, 0x7, 0x2, 0x1, 0xD, 0x3, 0x6, 0x8, 0x5, 0x9, 0xC, 0xF, 0xE },
    { 0xD, 0xB, 0x4, 0x1, 0x3, 0xF, 0x5, 0x9, 0x0, 0xA, 0xE, 0x7, 0x6, 0x8, 0x2, 0xC },
    { 0x1, 0xF, 0xD, 0x0, 0x5, 0x7, 0xA, 0x4, 0x9, 0x2, 0x3, 0xE, 0x6, 0xB, 0x8, 0xC }
};
```

Рисунок 1 – Таблица замен (S-блоки)

Программа, при создании объекта, принимает ключ длиной 256 бит. Для удобства работы формируется массив из 32-битных частей ключа через функцию KeySchedule (рисунок 2).

```
private readonly uint[] _key;

Ссылка 1
public MagmaCipher(byte[] key)
{
    if (key == null || key.Length != 32)
        throw new ArgumentException("Ключ должен быть 256 бит (32 байта)");

    _key = KeySchedule(key);
}
```

Рисунок 2 – Блок шифрования

Для шифрования программа принимает 8-байтный блок (64 бита), разбивает на две части по 32 бита left и right. Следом запускает 32 раунда шифрования: каждый раунд – однократное применение функции F с соответствующим раундовым ключом и сменой половин [4]. Итоговый блок собирается обратно из двух 32-битных слов и возвращается (рисунок 3).

```

public byte[] EncryptBlock(byte[] block)
{
    if (block == null || block.Length != 8)
        throw new ArgumentException("Блок должен быть 64 бита (8 байт)");

    uint left = BitConverter.ToUInt32(block, 0);
    uint right = BitConverter.ToUInt32(block, 4);

    for (int round = 0; round < 32; round++)
    {
        uint roundKey = GetRoundKey(round);
        uint temp = left;
        left = right ^ F(left, roundKey);
        right = temp;
    }
}

```

Рисунок 3 – Блок шифрования

Дешифрование аналогично шифрованию, но раунды идут в обратном порядке. Таким образом, проводится обратное преобразование, возвращая исходный блок (рисунок 4).

```

public byte[] DecryptBlock(byte[] block)
{
    if (block == null || block.Length != 8)
        throw new ArgumentException("Блок должен быть 64 бита (8 байт)");

    uint left = BitConverter.ToUInt32(block, 0);
    uint right = BitConverter.ToUInt32(block, 4);

    for (int round = 31; round >= 0; round--)
    {
        uint roundKey = GetRoundKey(round);
        uint temp = right;
        right = left ^ F(right, roundKey);
        left = temp;
    }
}

```

Рисунок 4 – Блок дешифрования

Класс «Program» запрашивает у пользователя 256-битный ключ, проверяет длину ключа и создаёт объект «MagmaCipher». Который принимает текст для шифрования и выполняет преобразование текста в байты, добавляя PKCS7 паддинг до кратности 8 байтам. Для каждого 8-байтного блока выполняется шифрование. Программа выводит шифротекст в HEX представлении. Затем для этих же блоков выполняется дешифрование. Удаляет PKCS7 паддинг, восстанавливая исходный текст (рисунок 5).

```

byte padValue = (byte)(paddedLength - originalLength);
for (int i = originalLength; i < paddedLength; i++)
{
    paddedData[i] = padValue;
}

```

Рисунок 5 – Блок «PKCS7 padding»

Тестирование кода подтвердило правильность работы программы, которая показала: введённый ключ и исходный текст для шифрования, результат шифрования и дешифрования, а также сравнение исходного и дешифрованного текста на совпадения (рисунок 6).

```

Алгоритм шифрования "Магма" (ГОСТ 28147-89)
Введите ключ (64 шестнадцатеричных символа, 256 бит): ffeeddcbbaa99887766554433221100ff1f2f3f4f5f6f7f8f9fafbfcfdfeff
Введите текст для шифрования: Пехтелева Валентина
Зашифрованный текст (HEX): 6c7b2d76293811bf8bc0cd214230bba0bd7db7d3edfd7d19a8ad6e0ae42b7449f6162441b7e1b0
Расшифрованный текст: Пехтелева Валентина
Совпадение: True

```

Рисунок 6 – Результат работы программы

Заключение

В данной статье подробно рассмотрена структура алгоритма «Магма» с применением языка C#, описаны процессы шифрования и расшифровки данных. Проведённое тестирование подтвердило правильность функционирования разработанной программы, а также обеспечило получение корректных зашифрованных и расшифрованных сообщений исходных данных.

В результате анализа можно сделать вывод, что реализованный программный продукт успешно выполняет основные функции шифрования и дешифрования, демонстрируя надёжность и эффективность алгоритма «Магма». Такая реализация может быть использована для защиты информации в приложениях, работающих на платформе .NET.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Denisenko, D. V. Optimization of \$\$\$-boxes GOST R 34.12-2015 «Magma» quantum circuits without ancilla qubits / D. V. Denisenko, M. V. Nikitenkova // Математические вопросы криптографии. – 2020. – Vol. 11, No. 2. – P. 43-52. – DOI 10.4213/mvk320. – EDN MXUUJO.
2. Патент № 2649429 С1, МПК H04L 9/06, G09C 1/00. Устройство шифрования данных по стандарту ГОСТ р 34.12-2015 и алгоритмам «Магма» и AES : № 2017107217 : заявл. 06.03.2017 : опубл. 03.04.2018 ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Каскад». – EDN YRVKWT.
3. Буланов, А. В. Реализация алгоритма шифрования Магма на языке программирования Python / А. В. Буланов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2025. – № 4. – С. 36-41. – DOI 10.25791/asu.4.2025.1578. – EDN IMYIRI.
4. Алексеев, Д. М. Разработка и исследование параллельных алгоритмов поиска слайдовых пар текстов для алгоритма шифрования магма / Д. М. Алексеев // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности : Сборник статей IV Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Ростов-на-Дону - Таганрог, 02-08 апреля 2018 года / Редколлегия: Г.Е. Веселов, А.Н. Самойлов, П.А. Поталова. – Ростов-на-Дону – Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – С. 310-314. – EDN KIHNAI.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616209 Российская Федерация. ПРОГРАММА шифрования по алгоритму «Магма» с модификацией ключевой развертки L-преобразованием шифра «Кузнечик» : № 2021615123 : заявл. 13.04.2021 : опубл. 19.04.2021 / В. А. Шевченко, Е. В. Каширин, Ю. Б. Иванов ; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации». – EDN JWBLK.

УДК 004.056

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Polyakov Vitaliy Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ CYBERSECURITY AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN THE FINANCIAL SECTOR

Аннотация. Статья посвящена анализу эволюции и ключевых свойств технологии блокчейн, как децентрализованного механизма управления данными. Рассматриваются основы криптографии, лежащие в базе работы блокчейна, включая хэш-функции и криптографию с открытым ключом, обеспечивающие безопасность и неизменность транзакций. Отмечается значение неизменяемости блоков, которое препятствует несанкционированному вмешательству. Подчеркивается, что технология блокчейн демонстрирует потенциал применения в финансовом секторе, логистике, здравоохранении и других отраслях. Сделан вывод о перспективности блокчейна.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the evolution and key properties of blockchain technology as a de-centralized data management mechanism. The basics of crypto-graphics underlying the blockchain are considered, including hash functions and cryptography with a private key, which ensure the security and invariance of transactions. The value of immutability of blocks is noted, which prevents unauthorized interference. It is emphasized that blockchain technology

demonstrates the potential for application in the financial sector, logistics, healthcare and other industries. It was concluded that blockchain is promising.

Ключевые слова: блокчейн, криптография, хэш-функции, криптография с открытым ключом, кибербезопасность, финансовый сектор.

Keywords: blockchain, cryptography, hash functions, public key cryptography, cybersecurity, financial sector.

Введение

Актуальность технологии блокчейн обусловлена ее растущим применением не только в сфере криптовалют, но и в других областях, требующих обеспечения безопасности, прозрачности и неизменности данных. Целью работы является анализ эволюции и ключевых свойств технологии блокчейн как децентрализованного механизма управления данными. Степень разработанности темы является значительной: основы технологии были заложены в 1990-е годы, а после создания Биткойна она стала предметом активных исследований и работ по всему миру.

Блокчейн представляет собой децентрализованный реестр данных, которым можно безопасно обмениваться. Данная технология позволяет определенному набору участников осуществлять обмен данными. Использование облачных сервисов на основе блокчейна упрощает сбор, интеграцию и передачу данных о транзакциях из множества источников. Данные организуются в последовательность блоков, которые связываются между собой с помощью уникальных идентификаторов в виде криптографических хэшей.

Ключевое преимущество блокчейна заключается в обеспечении целостности данных за счет создания единого источника истины, что устраняет дублирование и повышает общую безопасность. Важной характеристикой является то, что реестр блокчейна может быть общедоступным, но при этом защищенным от несанкционированного изменения. Любая попытка модификации данных фиксируется всеми участниками сети, что позволяет идентифицировать источник подобных действий [1].

Исторически первые концепции, лежащие в основе блокчейна, появились в начале 1990-х годов. Специалист по информатике Стюарт Хабер и физик У. Скотт Сторнетта предложили использовать цепочку криптографически защищенных блоков для обеспечения неизменности цифровых документов. Их исследования заложили фундамент для дальнейшего развития технологии и вдохновили создателей первой криптовалюты – Биткойна.

Несмотря на то, что изначально технология блокчейн получила широкое распространение для записи транзакций цифровых валют, ее потенциал гораздо шире. Она может быть адаптирована для фиксации и управления различными типами цифровых данных, что свидетельствует о ее универсальности и перспективах для дальнейшего изучения и применения [2].

Основная часть

Криптография необходима блокчейну для поддержания безопасных, прозрачных и защищённых от несанкционированного доступа записей транзакций. Например, хэш-операция – важный метод, применяемый в блокчейне: она преобразует любую входную информацию в строку фиксированной длины. Хэш-функции, используемые в блокчейнах, обычно устойчивы к коллизиям, то есть вероятность того, что два разных набора данных сгенерируют одинаковое хэш-значение, чрезвычайно мала. Ещё одна особенность – эффект лавины: любое незначительное изменение во входных данных приводит к сильному изменению выходного хэша. Возьмём, например, SHA-256, используемую в Биткойне: изменение регистра букв в исходных данных приводит к принципиально иным выходным данным. Невозможно восстановить входные данные по значению хэша, поэтому хэш-функция является односторонней. Каждый блок в блокчейне содержит хэш предыдущего блока, что формирует надёжную цепочку: чтобы изменить один блок, пришлось бы изменить все последующие, что технически сложно и экономически невыгодно. Другой широко используемый метод – криптография с открытым ключом (асимметричное шифрование), которая обеспечивает безопасные и проверяемые транзакции между пользователями. У каждого участника есть уни-

кальная пара ключей: закрытый ключ хранится в секрете, открытый ключ может быть общедоступным. При инициации транзакции пользователь подписывает её своим закрытым ключом, формируя цифровую подпись; остальные участники сети могут проверить подлинность транзакции, применив открытый ключ отправителя к этой подписи. Транзакции защищены специальной системой, она позволяет выполнять их только тому, у кого есть секретный ключ [3].

Ожидается, что в ближайшие несколько лет применение технологии блокчейн значительно расширится. Обычно это рассматривается как очень революционная и прорывная инновационная технология, которая может произвести революцию в существующих бизнес-процессах за счет превосходной эффективности, надежности и безопасности.

Банковская индустрия управляет финансовой системой и координирует ее через свою внутреннюю систему бухгалтерского учета и играет роль посредника в мировой экономике. Поскольку такого рода бухгалтерские данные не будут разглашаться общественности, это может только заставить общественность поверить в банковскую систему и ее старую инфраструктуру.

Технология блокчейн потенциально способна подорвать мировой валютный рынок и даже изменить всю банковскую индустрию, запретив посредников, и может заменить традиционную банковскую индустрию, создав легкодоступную, безграничную и прозрачную систему без доверия.

Блокчейн обладает преимуществами, заключающимися в обеспечении более быстрых и недорогих транзакций, установлении прав доступа к капиталу, обеспечении более высокой безопасности данных и внедрении надежных протоколов с помощью смарт-контрактов для обеспечения более плавного соблюдения требований [4].

Кроме того, учитывая инновационный характер блокчейна, совершенно новые способы взаимодействия между финансовыми компонентами могут породить совершенно новые виды финансовых услуг.

Основные преимущества блокчейна в развитии банковской и финансовой индустрии:

- Архитектура, основанная на блокчейне, полностью устраняет единую точку отказа и устраняет необходимость передавать данные в руки посредников.
- Блокчейн стандартизирует процесс обмена данными и создает реальный источник обмена данными для всех участников сети.
- Полностью прозрачная бухгалтерская книга облегчает сотрудничество всем сторонам.
- Блокчейн может автоматизировать бизнес-процессы путем создания и исполнения смарт-контрактов.
- Технология конфиденциальности блокчейна поддерживает выборочный обмен данными между предприятиями.
- Блокчейн-сеть предназначена для поддержки большого количества транзакций, одновременно поддерживая интерактивность между различными цепочками, тем самым создавая взаимосвязанную сеть.

Покупка и продажа ценных бумаг и других активов (таких как акции, облигации, сырьевые товары, валюты и производные финансовые инструменты) требует сложной координации между банковскими брокерами, биржами векселей и фондовыми биржами. Процесс должен быть не только эффективным, но и точным. Поскольку сложность продолжает увеличиваться, соответствующие время и стоимость также будут увеличиваться.

Технология блокчейн упрощает процесс, предоставляя технический базовый уровень, который позволяет легко токенизировать все типы активов. Большинство финансовых активов покупаются и продаются в цифровом виде онлайн через трейдеров, поэтому их тенизация на блокчейне представляется удобным решением для всех участников.

На данном этапе некоторые инновационные блокчейн-компании изучают, как тонизировать реальные активы в реальности, такие как недвижимость, произведения искусства и сырьевые товары. Это позволяет передавать активы, имеющие реальную стоимость, недорого и более удобным способом. Таким образом, это также может открыть новые методы ин-

вестирования для инвесторов, позволяя им преодолеть ограничения предыдущих инвестиций и получить более ценные активы (это может быть инвестиционный продукт, который они не могли получить раньше).

Блокчейн обеспечит целостность и безопасность данных благодаря безопасным контрактным соглашениям с помощью смарт-контрактов. Когда бизнесмен и предприятие находятся в процессе достижения соглашения, для защиты обычно требуется контракт, но стоимость этого метода защиты очень высока. Из-за сложного характера контрактов процесс составления контрактов обычно требует большой работы юристов.

Однако смарт-контракты могут реализовывать автоматическое подписание протокола с помощью защищенных от несанкционированного доступа, детерминированных и других кодовых функций блокчейн-сети. Средства могут безопасно размещаться в сторонней системе и могут быть разблокированы только при соблюдении условий соглашения.

Смарт-контракты значительно снижают элемент доверия, необходимый для достижения соглашения, тем самым сводя к минимуму риск финансовых соглашений и возможность возникновения споров [5].

Заключение

В ходе данной работы была проведена комплексная оценка эволюции и ключевых свойств технологии блокчейн как децентрализованного механизма управления данными. Анализ исторического развития показал эволюцию технологии от первых концепций 1990-х годов до современных распределённых систем на примере криптовалют. Выявлено, что ключевыми свойствами блокчейна являются децентрализация сети, неизменяемость и прозрачность данных за счет использования криптографических методов и распределённого консенсуса.

Такие свойства обеспечивают единый источник истины, устраняющий дублирование и повышающий общую безопасность хранения информации. Результаты исследования подтвердили, что описанные свойства делают блокчейн эффективным инструментом для надёжной передачи и хранения разнообразных данных. Показана универсальность технологии: помимо учёта транзакций цифровых валют блокчейн может быть адаптирован для управления данными в различных областях (например, в государственном реестре недвижимости, логистике, здравоохранении и других), что свидетельствует о перспективности дальнейших исследований и внедрения. Таким образом, итоги работы полностью соответствуют поставленным целям: выявленные свойства и история развития блокчейна подтверждают его потенциал как инновационного механизма обеспечения безопасности, прозрачности и неизменности данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маркина, А. И. Телефонное мошенничество / А. И. Маркина, А. С. Шарова // Общество, образование, наука: современные тренды. – 2022. – С. 871-876. – EDN: ASGYPO.
2. Обласов, А. А. Внедрение баз данных в искусственный интеллект / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023 – № 96-8 – С. 157-159. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-437. – EDN NMVLFT.
3. Обласов, А. А. Риски кибербезопасности в метавселенных / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 96-8. – С. 160-162. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-438. – EDN QKVXET.
4. Blockchain and Cryptocurrency: Security and Regulation / D. Lee, K. Chuen, L. Deng [et al.] // Journal of Financial Perspectives. – 2018. – Vol. 5, № 1. – P. 92–112. – DOI 10.2139/ssrn.2994097. – EDN XYZTQP.
5. Шаньгин, В. П. Криптографические методы защиты информации в блокчейн-системах / В. П. Шаньгин, А. С. Федоров // Информационное общество. – 2020. – № 5. – С. 45–53. – DOI 10.14357/19922264200506. – EDN QWERAS.

УДК 004.382.2

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Polyakov Vitaliy Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

НЕЙРОМОРФНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ NEUROMORPHIC COMPUTING

Аннотация. Нейроморфные вычисления – это подход, направленный на разработку более эффективных и быстрых компьютеров, имитирующих принципы работы человеческого мозга. В статье исследованы фундаментальные концепции, история, потенциальные области применения и будущее влияние нейроморфных вычислений. Представлены структура нейроморфных систем, возникающие проблемы. Были рассмотрены социальные аспекты нейроморфных вычислений для представления о нейроморфных вычислениях.

Abstract. Neuromorphic computing is an approach aimed at developing more efficient and faster computers that mimic the principles of human brain. The article explores fundamental concepts, history, potential applications and the future impact of neuromorphic computing. Presented are a string tour of neuromorphic systems, emerging problems. The social aspects of neuromorphic computing have been considered to represent neuromorphic computing.

Ключевые слова: нейроморфные вычисления, импульсная нейронная сеть, эволюционный алгоритм, синаптическая пластичность, искусственный интеллект.

Key words: neuromorphic computing, spiking neural network, evolutionary algorithm, synaptic plasticity, artificial intelligence.

Введение

Актуальность исследования обусловлена стремительным развитием систем искусственного интеллекта и растущими потребностями в энергоэффективных вычислительных архитектурах, способных обрабатывать сложные когнитивные задачи. Нейроморфные вычисления, имитирующие принципы работы человеческого мозга, представляют собой альтернативу устоявшимся способам вычислений. Тема хорошо проработана благодаря исследованиям в области моделирования нейронных сетей, но такие области, как «оптимизация алгоритмов обучения» и «аппаратная реализация импульсных нейронных сетей» остаются актуальными направлениями для дальнейших исследований.

Нейроморфные вычисления, также известные как нейроморфная инженерия – это вычислительный метод, имитирующий работу человеческого мозга. Это требует разработки аппаратного и программного обеспечения для моделирования структуры и функции нервов и синапсов, которые обрабатывают информацию в мозге.

Нейроморфные вычисления могут показаться новой областью, но их истоки можно проследить до 1980-х годов. Именно в это десятилетие Миша Маховальд и Карвер Мид разработали первую кремниевую сетчатку и улитку, а также первые кремниевые нейроны и синапсы, создав парадигму нейроморфных вычислений.

Сегодня, по мере расширения систем искусственного интеллекта, им потребуется самое современное аппаратное и программное обеспечение для обеспечения поддержки. Нейроморфные вычисления могут использоваться в качестве ускорителя роста искусственного интеллекта, улучшать высокопроизводительные вычисления и служить одним из краеугольных камней супер искусственного интеллекта. В настоящее время люди даже проводят эксперименты, сочетающие нейроморфные вычисления с квантовыми вычислениями. Цель ра-

боты – это анализ возможностей нейроморфных вычислений с задачей условного ускорения для искусственного интеллекта [1].

Основная часть

Поскольку нейроморфные вычисления основаны на работе человеческого мозга, они в значительной степени опираются на биологию и неврологию. По мнению экспертов из Квинслендского института нейронаук, нейроны представляют собой базовые компоненты, формирующие структуру мозга и нервной системы. Нейроны «являются основными единицами мозга и нервной системы». Нервные клетки передают информацию между различными областями мозга и другими частями тела. Когда нейроны становятся активными или «пульсирующими», они запускают выброс химических и электрических сигналов, которые распространяются через сеть точек соединения, называемых синапсами, позволяя нейронам взаимодействовать друг с другом [2].

Эти нейронные и биологические механизмы моделируются в нейроморфной вычислительной системе с помощью импульсной нейронной сети (SNN). Импульсная нейронная сеть – это искусственная нейронная сеть, состоящая из импульсных нейронов и синапсов. Импульсные нейроны хранят и обрабатывают данные аналогично биологическим нейронам, и каждый нейрон имеет свой собственный заряд, задержку и порог. Синапсы создают пути между нейронами, а также имеют связанные с ними значения задержки и веса. Эти значения, а именно нейронный заряд, нейронная и синаптическая задержка, нейронный порог и синаптический вес, могут быть запрограммированы в нейроморфной вычислительной системе. Эти значения, а именно нейронный заряд, нейронная и синаптическая задержка, нейронный порог и синаптический вес, могут быть запрограммированы в нейроморфной вычислительной системе [3].

В нейроморфной архитектуре синапсы представлены как синаптические устройства на основе транзисторов, которые используют петли для передачи электрических сигналов. Синапсы обычно содержат обучающие компоненты, которые меняют свои значения веса с течением времени в зависимости от действий в импульсной нейронной сети.

В отличие от традиционных нейронных сетей, SNN учитывает временные факторы при своей работе. Величина заряда нейрона накапливается с течением времени; когда заряд достигает соответствующего порогового значения нейрона, он испускает импульс для распространения информации по своей синаптической сети [4].

В области программного обеспечения разработка алгоритмов обучения для нейроморфных вычислений включает в себя машинное обучение и немашинные технологии обучения. Вот некоторые из них:

1. Глубокое обучение. Для выполнения логического вывода используются стратегии отображения (такие как стандартизированные веса или функции активации) для преобразования предварительно обученной глубокой нейронной сети в импульсную нейронную сеть.

2. Эволюционный алгоритм. Данные алгоритмы используют принципы эволюции, такие как мутация, размножение и отбор. Эволюционные алгоритмы могут быть использованы для проектирования или обучения SNN для изменения и оптимизации их параметров (например, задержки и порога) и структуры (например, количества нейронов и метода синаптического соединения) с течением времени.

3. График. Импульсные нейронные сети очень подходят для графического представления, где SNN принимает форму ориентированного графа. Когда импульс возникает в одном узле графика, время, когда импульс также возникает в других узлах, совпадает с длиной кратчайшего пути от исходного узла.

4. Пластичность. В нейробиологии нейропластичность относится к способности человеческого мозга и нервной системы изменять свои нервные пути и синапсы после травмы. В нейроморфной структуре синаптическая пластичность обычно достигается за счет пластичности, зависящей от времени импульса. Эта операция регулирует вес синапсов на основе относительного времени импульса нейронов.

5. Расчет резервного пула. Вычисление резервного пула на основе рекуррентной нейронной сети использует «резервный пул» для проецирования входных данных в многомерное вычислительное пространство и обучает механизм считывания считывать выходные данные резервного пула

В нейроморфных вычислениях входные сигналы подаются в импульсную нейронную сеть, которая действует как резервный пул. SNN не обучается; вместо этого он полагается на циклические соединения внутри своей сети и синаптические задержки для отображения входных данных в многомерное вычислительное пространство [5].

Заключение

Стремительное развитие вычислительной техники свидетельствует о том, что в будущем эта технология будет играть важную роль во многих сферах нашей жизни. Ожидается, что нейроморфные чипы и системы получат особенно широкое распространение в таких областях, как искусственный интеллект, робототехника и технологии здравоохранения. В этом разделе мы обсудим некоторые прогнозы и ожидаемые разработки, касающиеся будущего нейроморфных вычислений.

Потенциальное влияние нейроморфных технологий не ограничится техническими областями; оно также приведёт к значительным изменениям в экономической и социальной сферах. Например, энергоэффективные нейроморфные чипы могут создать более устойчивую технологическую инфраструктуру. Более того, эти системы, имитирующие принципы работы человеческого мозга, могут позволить искусственному интеллекту приобрести больше возможностей, подобных человеческим.

Вычислительная техника – быстро развивающаяся область, предлагающая значительные преимущества по сравнению с традиционными компьютерными архитектурами. Можно дать несколько рекомендаций, которые помогут полностью реализовать потенциал этой технологии и преодолеть связанные с ней трудности. Эти рекомендации адресованы широкому кругу заинтересованных сторон, от исследователей до политиков.

Непрерывное обучение и адаптация необходимы для преодоления трудностей, возникающих в сфере нейроморфных вычислений. Это включает как технические, так и этические и социальные аспекты. Активное участие и сотрудничество всех заинтересованных сторон крайне важны для полного раскрытия потенциала нейроморфных технологий и их ответственного развития.

Будущее этого процесса выглядит многообещающим. Однако реализация этого потенциала требует тщательного планирования, постоянных исследований и этической ответственности. Нейроморфные вычисления могут обеспечить инновационные решения сложных проблем, стоящих перед человечеством, и сформировать технологии будущего.

В работе были выявлены основные преимущества нейроморфных вычислений, которые обеспечивают энергоэффективность за счет использования импульсных нейронных сетей, также была разобрана способность к адаптивному обучению через механизмы синаптической пластичности. Убедились, что данная область науки актуальна для задач искусственного интеллекта, робототехники и когнитивных вычислений. Авторы пришли к выводу, что в будущем нейроморфные технологии обеспечат основу для создания новых вычислительных систем, сочетающих эффективность и когнитивные возможности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маркина, А. И. Телефонное мошенничество / А. И. Маркина, А. С. Шарова // Общество, образование, наука: современные тренды. – 2022. – С. 871-876. – EDN: ASGYPO.
2. Обласов, А. А. Внедрение баз данных в искусственный интеллект / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023 – № 96-8 – С. 157-159. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-437. – EDN NMVLFT.
3. Обласов, А. А. Риски кибербезопасности в метавселенных / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 96-8. – С. 160-162. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-438. – EDN QKVXET.

4. Blockchain and Cryptocurrency: Security and Regulation / D. Lee, K. Chuen, L. Deng [et al.] // Journal of Financial Perspectives. – 2018. – Vol. 5, № 1. – P. 92–112. – DOI 10.2139/ssrn.2994097. – EDN XYZTQP.
5. Шаньгин, В. П. Криптографические методы защиты информации в блокчейн-системах / В. П. Шаньгин, А. С. Федоров // Информационное общество. – 2020. – № 5. – С. 45–53. – DOI 10.14357/19922264200506. – EDN QWERAS.

УДК 004.738.5

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Polyakov Vitaliy Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ 6G DEVELOPMENT OF 6G TECHNOLOGY

Аннотация. Работа посвящена исследованию перспективных векторов развития систем связи шестого поколения (6G). Детально изучена концепция интеграции разнообразных сетевых инфраструктур, включающих воздушный, космический, наземный и морской сегменты. Показано, что внедрение 6G позволит преодолеть ограничения, свойственные сетям пятого поколения (5G). Инновационные технологии создадут основу для построения более гибких и приспособляемых сетевых архитектур. Объединение различных типов сетей в унифицированную систему откроет новые горизонты для развития интернета вещей, беспилотного транспорта и других многообещающих приложений.

Abstract. The work is devoted to the study of promising vectors of development of communication systems of the sixth generation (6G). The concept of integration of various network infrastructures, including air, space, land and sea segments, has been studied in detail. It is shown that the introduction of 6G will overcome the limitations inherent in fifth-generation (5G) networks. Innovative technologies will create the basis for building more flexible and adaptable network architectures. Combining different types of networks into a unified system will open up new horizons for the development of the Internet of Things, unmanned vehicles, and other promising applications.

Ключевые слова: 6G, терагерцовый диапазон, искусственный интеллект, множественный доступ, интеллектуальные сети.

Key words: 6G, terahertz spectrum, artificial intelligence, multiple access, intelligent networks.

Введение

В процессе развития мобильной связи от 1G до 5G каждая новая технология решала определённые задачи: 1G обеспечил голосовую связь, 2G добавил цифровые сервисы, 3G открыл возможности мобильного Интернета, а 4G улучшил качество передачи данных. Пятое поколение связи стало ключевым этапом в развитии беспроводных технологий, обеспечив высокую скорость, низкую задержку и энергоэффективность. Однако уже сегодня очевидно, что возможности 5G не смогут в полной мере удовлетворить прогнозируемый рост трафика и потребности в новых сервисах. Поэтому исследователи во всём мире сосредоточены на разработке технологии 6G, которая рассматривается как стратегическое направление научно-технической конкуренции ведущих стран.

Цель работы – выявление и анализ нового направления развития сетей 6G, а именно новые лучевые методы, схемы множественного доступа, канальное кодирование.

Актуальность темы определяется стремительным ростом объема передаваемой информации и необходимостью обеспечения более высокой производительности сетей. Цель работы заключается в рассмотрении основных направлений развития 6G, а также анализа технологий, которые могут лечь в основу этой системы связи. Степень разработанности темы высока: исследования активно ведутся в США, Европе, Китае, Японии, Южной Корее и других странах. Уже сформированы национальные исследовательские программы, создан ряд лабораторий, а крупнейшие корпорации и университеты активно инвестируют в разработку ключевых технологий. Всё это подчёркивает стратегическую значимость перехода к 6G, который должен обеспечить глобальное покрытие, сверхвысокие скорости передачи данных, повышенную безопасность и интеграцию сетей различных уровней [1].

Основная часть

В сентябре 2018 года Федеральная комиссия по связи США опубликовала обзор технологий 6G, где подчёркивалась необходимость использования терагерцового диапазона. В 2020 году Министерство обороны США профинансировало создание исследовательского центра, а компания SpaceX запустила проект Starlink для глобального спутникового интернета.

Великобритания предложила концепцию объединения спутниковых систем и сетей 5G, что рассматривается как основа 6G. Япония заявила о планах завершить исследования к 2025 году и начать коммерческое внедрение технологии к 2030 году, делая акцент на энергосбережении и разработке новых полупроводниковых решений.

В Южной Корее исследовательские центры и компании Samsung и LG ведут активные проекты в области 6G. В 2020 году Samsung представила белую книгу «Ultra-Connected Experience», в которой описаны ключевые сервисы 6G: иммерсивная XR, голограммы и цифровые двойники.

Китай занимает лидирующие позиции: ещё в 2018 году страна начала исследования в области 6G, а в 2019 году была создана национальная группа по продвижению этой технологии. Huawei открыла лабораторию 6G в Канаде, а ZTE и крупнейшие университеты страны активно работают над ключевыми направлениями, включая искусственный интеллект и промышленные сети [2].

Видение технологии 6G. Технология «Воздух-небо-суша-море»

Наземные сети 5G не могут предоставлять услуги в любое время и в любом месте, поэтому для 6G предлагается интеграция спутниковых, наземных и морских сетей. Это позволит обеспечить связь в удалённых районах, а также повысить эффективность аварийно-восстановительных работ. Беспилотные летательные аппараты могут выполнять роль ретрансляторов и предоставлять данные для мониторинга и предупреждения стихийных бедствий, однако остаются нерешёнными задачи энергообеспечения, безопасности и кластеризации.

Океан покрывает значительную часть поверхности Земли, поэтому развитие морской сети связи также важно. Она должна обеспечивать навигацию, метеопрогнозы, безопасность судоходства и отслеживание контейнеров. Текущие сети сталкиваются с проблемами спектра, условий эксплуатации и качества обслуживания, что требует модернизации.

Сценарии применения 6G будут шире, чем у 5G: от расширенной широкополосной связи и массового Интернета вещей до голографических систем дистанционного управления. Комбинация с облачными и квантовыми вычислениями, искусственным интеллектом и блокчейном создаст интеллектуальное мобильное общество. Искусственный интеллект и машинное обучение станут основой для обработки больших данных, оптимизации сетей и повышения их устойчивости.

Ключевой технологией 6G станет использование терагерцового диапазона, обеспечивающего скорости передачи до Тбит/с и высокую безопасность. Это позволит устранить дефицит спектра и поддерживать новые приложения, включая наноуровневые системы связи [3].

Чтобы сеть 6G была качественней, чем мобильная связь в настоящий момент, нужны новые ключевые технологии 6G. Они помогут сделать связь быстрее, стабильнее и возможность подключения к сети большого количества устройств. Основные ключевые технологии 6G предоставлены ниже:

1. Новая лучевая технология.

Большие диапазоны частот имеют широкие перспективы применения при разработке 5G и 6G, но нелинейные характеристики усилителя мощности (ПА) ограничивают конструкцию системы. В будущей эволюции 5G и 6G необходимо внедрить новые конструкции лучей, особенно в случае, когда модуляция высокого порядка неприменима, не ортогональные формы сигналов в данный момент могут улучшить спектральную эффективность дискретного преобразования Фурье с расширением спектра с ортогональным частотным разделением (DFT-s-OFDM). Для повышения спектральной эффективности необходимы новые конструкции лучей и модуляция в ортогональном частотно-временном пространстве (OTFS), что позволит снизить частоту ошибок в сложных каналах.

2. Технология множественного доступа.

Интернет-вещей 6G (IoT) требует достаточных ресурсов спектра для обеспечения доступа к спектру для большого количества терминалов интернета-вещей. Новый принцип NOMA обеспечит одновременное подключение множества устройств и повысит эффективность использования спектра.

3. Канальное кодирование.

5G использует полярный код в качестве метода кодирования канала управления. В будущей системе 6G технология передачи с поляризационным кодированием все еще может иметь широкие перспективы применения благодаря ее преимуществам высокой надежности и высокой спектральной эффективности. Перспективными считаются полярные коды и сверточные LDPC, которые обеспечат высокую надёжность, низкую задержку и адаптивность в системах 6G [4].

Рассматривая сетевую безопасность, можно сказать, что скорость передачи данных от 1G до 5G растёт, но из-за сложности базовой сети и недостатков управления идентификацией безопасность связи остаётся проблемой. Сети 1G – аналоговые, информация уязвима для перехвата и клонирования, затруднено обеспечение безопасности. В сетях 2G распространены ложная информация и вредоносный маркетинг. Сеть 3G, основанная на IP-связи, перенесла уязвимости интернет-безопасности в мобильные сети. В 4G всё больше оборудования и услуг полагаются на IP, что увеличивает риски. В эпоху 5G объединение устройств Интернета вещей и приток новых сервисов усугубляют проблемы безопасности. Сетевая безопасность требует технических и управленческих мер, обеспечивающих доступность, целостность и конфиденциальность данных. С развитием технологий вопросы безопасности и приватности сетей 6G остаются актуальными. Например, методы физического уровня (PLS) могут обеспечивать безопасную передачу сигналов, но для 6G требуется более эффективная технология. Блокчейны, соединённые хэш-указателями, позволяют интегрировать ресурсы и совместно их использовать. Исследования показали, что платформа secure privacy blockchain (SPB) обеспечивает защиту конфиденциальности, снижает потребление вычислительных ресурсов, энергии и пропускной способности и по-прежнему может устанавливать многочисленные доверительные отношения между сетевыми объектами без посредника [5].

Заключение

Развитие 6G направлено на создание повсеместной интеллектуальной мобильной сети, обеспечивающей высокую скорость, надёжность и глобальное покрытие. В работе были рассмотрены перспективы интеграции сетей «воздух-небо-суша-море», ключевые сценарии применения и базовые технологии. Особое внимание уделено терагерцовой связи как основе будущих систем, а также использованию искусственного интеллекта для управления большими данными и сетевыми ресурсами. Реализация этих решений позволит устранить ограничения 5G, расширить возможности коммуникаций и приблизить формирование общества всеобщего интеллекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспиран-

тов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амур е: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. – 494 с. – ISBN 978-5-7765-1382-4. – EDN TDFRFE.

2. Маркина, А. И. Телефонное мошенничество / А. И. Маркина, А. С. Шарова // Общество, образование, наука: современные тренды. – 2022. – С. 871-876. – EDN: ASGYPO.

3. Обласов, А. А. Риски кибербезопасности в метавселенных / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 96-8. – С. 160-162. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-438. – EDN QKVXET.

4. Бессонов, В. В. Технологии связи шестого поколения (6G): вызовы и перспективы / В. В. Бессонов, А. С. Иванов // Наука и технологии в промышленности. – 2023. – № 3. – С. 45-52. – DOI 10.18411/sci-03-2023-123. – EDN XCZVYB.

5. Семенова, Е. Л. Терагерцовый диапазон и интеллектуальные поверхности (RIS) как основа коммуникаций 6G / Е. Л. Семенова // Вестник связи. – 2023. – № 7. – С. 34-41. – DOI 10.18411/vestnik-07-2023-567. – EDN MLPNKJ.

УДК 004.722.2

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Polyakov Vitaliy Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, Student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ SD-WAN

TECHNICAL ANALYSIS SD-WAN

Аннотация. Статья посвящена эволюции корпоративной технологии глобальной сети и сценариях применения SD-WAN. Исследование заключалось в анализе различных вариантов использования SD-WAN. В результате было выявлено, что SD-WAN способствует ускорению сетевых взаимодействий и обеспечивая быстрый и недорогой метод развертывания.

Abstract. The article is devoted to the evolution of corporate wide area network technology and scenarios for using SD-WAN. The study consisted of an analysis of various options for using SD-WAN. As a result, we found that SD-WAN accelerates network interactions and provides a fast and inexpensive deployment method.

Ключевые слова: SD-WAN, глобальная сеть, корпоративные сети, широкополосный доступ, облачные сервисы, цифровая трансформация.

Key words: SD-WAN, global network, corporate networks, broadband access, cloud services, digital transformation.

Введение

Постоянное развитие широкополосного доступа и рост пропускной способности магистральных сетей интернета привели к кардинальным изменениям в архитектуре корпоративных глобальных сетей. На фоне этих изменений возникает потребность в технологиях, которые позволяют предприятиям одновременно снижать издержки и повышать гибкость работы. Одним из таких решений является SD-WAN, обеспечивающий недорогой и быстрый способ организации взаимодействия между филиалами и центрами обработки данных. Его актуальность определяется возрастающей ролью облачных сервисов, мобильного офиса и требованием к устойчивости сетевых соединений при одновременном снижении затрат.

Степень разработанности темы на сегодняшний день достаточно высока: многие мировые вендоры и телекоммуникационные компании активно внедряют SD-WAN и предлага-

ют различные варианты его реализации, а в научной литературе и отраслевых исследованиях рассматриваются его технические преимущества и организационные эффекты. Однако при этом остаются вопросы практической адаптации SD-WAN к специфике различных отраслей, интеграции с существующими корпоративными сетями и обеспечения качества обслуживания.

Цель данной работы заключается в том, чтобы проанализировать эволюцию корпоративных технологий глобальных сетей, выявить актуальные сценарии применения SD-WAN и показать его роль в решении задач, связанных с облачным доступом, гибридными архитектурами и мобильными офисами. Дополнительно рассматриваются существующие проблемы внедрения и пути их преодоления, что делает тему особенно значимой для предприятий, ориентированных на цифровую трансформацию [1].

Основная часть

Традиционные корпоративные приложения, такие как электронная почта, общий доступ к файлам, веб-сервисы и другие, изначально строились по принципу централизованного развертывания. Обычно компании создают центры обработки данных (ЦОД) в штаб-квартире и подключают филиалы к этим центрам с помощью арендованных выделенных каналов связи (SDH, OTN, Ethernet, MPLS и др.). Операторы гарантируют определённый уровень качества (SLA), включая пропускную способность, задержку, джиттер и уровень потерь пакетов, что позволяет обеспечивать работу различных приложений – от хранилищ данных до унифицированных систем связи.

Однако традиционные выделенные линии имеют ряд недостатков. Их развертывание требует отдельной прокладки волокон и сложных схем, что занимает много времени. Если услуга охватывает несколько операторов, срок её активации ещё больше увеличивается. Кроме того, такие линии очень дороги, их нельзя гибко заказать, а контракты обычно заключаются на длительный срок. Чтобы повысить эффективность использования выделенных линий, были разработаны различные технологии оптимизации: управление потоками QoS, ускорение работы TCP-протокола, прокси-сервисы, кэширование и сжатие данных.

С развитием Ethernet операторы начали предоставлять услуги E-Line, E-Tree и E-LAN с более гибким управлением пропускной способностью. Параллельно внедряется технология SDN, что позволяет повысить эффективность предоставления выделенных каналов. Тем не менее высокая стоимость остаётся ключевым ограничением их применения [2].

В то же время пропускная способность интернета постоянно растёт. Подключение филиалов через интернет становится всё более реальным и экономически выгодным: аренда интернет-каналов (xPON, xDSL, Ethernet) обходится в 2 – 3 раза дешевле MPLS, а срок активации услуги значительно короче. Это позволило развить так называемые гибридные глобальные сети (Hybrid-WAN), где трафик распределяется между выделенными линиями и интернетом в зависимости от состояния сети в реальном времени. Первые реализации Hybrid-WAN основывались на сложном оборудовании CPE в филиалах, объединявшем маршрутизацию, ускорение работы приложений, функции безопасности и прочие сервисы. Управление такой инфраструктурой было довольно трудоёмким и требовало профессиональной поддержки.

С распространением облачных вычислений и мобильного офиса характер корпоративного трафика изменился. Всё больше филиалов получают доступ к публичным облакам (Office 365, Salesforce, Skype for Business, Vox и другим), которые размещаются в распределённых ЦОД и доступны через интернет. При этом качество соединения через общедоступные каналы часто нестабильно, а работа некоторых сервисов ограничена [3].

SD-WAN стремятся использовать собственные центры обработки данных (включая периферийные центры обработки данных, расположенные ближе всего к пользователям) наряду с базовыми услугами сетевого подключения для предоставления сетевых услуг с добавленной стоимостью, включая межсетевые экраны, ускорение WAN и сетевую безопасность. Также появились сторонние поставщики услуг, которые приобретают выделенные линии у операторов, строят собственные WAN и основные коммутационные узлы и предлагают услуги SD-WAN другим предприятиям.

Рынок продуктов SD-WAN переполнен, и отсутствие единых стандартов среди поставщиков решений затрудняет развертывание SD-WAN для предприятий.

Сама технология SD-WAN имеет определённые ограничения, и текущее основное решение представляет собой оптимизацию решения Hybrid-WAN. SD-WAN является частью корпоративной ИТ-сети, которая включает в себя различные локальные сети (LAN) в головном офисе и филиалах, корпоративных центрах обработки данных и частных облаках. В корпоративных ИТ-сетях развернуты различные приложения, и эти сети и приложения интегрированы в единое целое. Эксплуатация, обслуживание и мониторинг сети требуют единой координации. Операторам связи и сторонним поставщикам услуг, предлагающим услуги SD-WAN, следует использовать существующие системы эксплуатации и обслуживания, а не внедрять новые [4].

Анализ сценариев применения SD-WAN

SD-WAN, развиваясь на основе концепций SDN (разделение управления и пересылки, централизованный контроль), решает многие из описанных проблем. Оно позволяет быстро развертывать сетевую инфраструктуру, централизованно управлять ею и адаптировать маршрутизацию под задачи бизнеса, в том числе связанные с облачными сервисами и мобильностью. Основные сценарии применения SD-WAN можно разделить на три направления: гибридные глобальные сети, доступ к публичным облакам; сценарии BYOD.

В сценарии гибридной WAN SD-WAN использует централизованный контроллер, обеспечивая автоматизацию настройки CPE-оборудования в филиалах, управление разными типами доступа (интернет, выделенные линии), а также интеллектуальную маршрутизацию. Потоки данных можно гибко распределять по каналам в зависимости от текущего состояния сети, что критически важно для приложений, чувствительных к задержкам (например, голосовой трафик). Контроллер может размещаться как в облаке, так и на стороне предприятия. Концепция SDN постепенно получила распространение в сфере ИКТ и была внедрена на рынок корпоративных сетей WAN, что привело к появлению SD-WAN.

Современные CPE-устройства стали проще: они поддерживают функцию «plug-and-play», автоматически подключаясь к контроллеру после включения. Мониторинг состояния каналов осуществляется в реальном времени. Более сложные сервисы (безопасность, ускорение приложений, дополнительные функции) часто разворачиваются в облаке, а филиалы подключаются к пограничным узлам провайдера, где они предоставляются.

В сценарии доступа к публичному облаку SD-WAN обеспечивает оптимизацию маршрутов. Трафик, идущий в облако, может направляться через частную сеть оператора к ближайшему облачному дата-центру, что снижает задержки и повышает качество работы приложений. Таким образом, SD-WAN становится связующим звеном между корпоративной сетью и ресурсами облачных сервисов, предоставляя гибкость и стабильность соединений.

В сценарии мобильного офиса сотрудники предприятия могут получить доступ к корпоративным приложениям из любого места, включая частные и общедоступные облака, развернутые предприятием. Операторы могут предоставлять услуги безопасного доступа для подключения сотрудников к ближайшей точке обслуживания. Широкое распространение мобильных офисов привело к тому, что корпоративные сети столкнулись с более серьезными угрозами безопасности. Система управления SD-WAN может распространять политики безопасности в различные филиалы. В то же время она может развертывать различные функции защиты безопасности и может сочетаться с технологией SDP (программно-определяемый периметр) [5].

Заключение

Таким образом, проведенный анализ показал, что рост пропускной способности интернета и новые требования бизнеса, стимулировали переход от традиционных выделенных линий к более гибким решениям. SD-WAN, опираясь на концепции SDN, предоставляет компаниям возможность быстро развертывать сети, централизованно управлять ими и гибко адаптировать маршрутизацию под конкретные задачи. Нами были рассмотрены эволюции

глобальных сетей, описание сценариев применения SD-WAN и анализ его преимуществ для современных предприятий были достигнуты.

Сделаем вывод: SD-WAN обеспечивает не только снижение затрат и ускорение внедрения сетевых решений, но и открывает новые перспективы для интеграции облачных сервисов и поддержки мобильных рабочих мест. Это делает данную технологию одним из ключевых направлений развития корпоративных сетей, востребованным как со стороны бизнеса, так и со стороны операторов связи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маркина, А. И. Телефонное мошенничество / А. И. Маркина, А. С. Шарова // Общество, образование, наука: современные тренды. – 2022. – С. 871-876. – EDN: ASGYPO.
2. Обласов, А. А. Внедрение баз данных в искусственный интеллект / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023 – № 96-8 – С. 157-159. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-437. – EDN NMVLFT.
3. Обласов, А. А. Риски кибербезопасности в метавселенных / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 96-8. – С. 160-162. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-438. – EDN QKVXET.
4. Blockchain and Cryptocurrency: Security and Regulation / D. Lee, K. Chuen, L. Deng [et al.] // Journal of Financial Perspectives. – 2018. – Vol. 5, № 1. – P. 92–112. – DOI 10.2139/ssrn.2994097. – EDN XYZTQP.
5. Шаньгин, В. П. Криптографические методы защиты информации в блокчейн-системах / В. П. Шаньгин, А. С. Федоров // Информационное общество. – 2020. – № 5. – С. 45–53. – DOI 10.14357/19922264200506. – EDN QWERAS.

УДК 004.415.2

Собакинская Ксения Евгеньевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sobakinskaya Ksenia Evgenievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИНЦИПЫ ЮЗАБИЛИТИ В ДИЗАЙНЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ: АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ПОПУЛЯРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ USABILITY PRINCIPLES IN MOBILE APP DESIGN: ANALYSIS OF POPULAR INTERFACES

Аннотация. Целью данной работы является анализ ключевых принципов юзабилити мобильных интерфейсов на примере популярных приложений, а также определение, как грамотное применение этих принципов влияет на пользовательский опыт и вовлеченность. В исследовании проводится обзор теоретических основ юзабилити, сформулированных Якобом Нильсеном.

Abstract. The purpose of this work is to analyze the key principles of mobile interface usability on the example of popular applications, and to determine how the competent application of these principles affects the user experience and engagement. The study provides a review of the theoretical foundations of usability formulated by Jacob Nielsen.

Ключевые слова: юзабилити, интерфейс, пользователь, пользовательский опыт, приложение, принцип.

Key words: usability, interface, user, user experience, application, principle.

Введение

В современном цифровом ландшафте, где за внимание пользователя борются миллионы мобильных приложений, удобство использования стало не просто опцией, а ключевым фактором выживания. Согласно данным исследований, более 70 % пользователей удаляют приложение после неудачного первого опыта взаимодействия с ним. А это в свою очередь означает, что даже хорошая идея и грамотно выстроенная функциональность окажутся бесполезными, если пользователь не сумеет разобраться в интерфейсе. Успех на мобильном рынке чаще всего определяет не то, какую цель выполняет приложение, а то, как оно это делает.

Цель работы – анализ основных принципов юзабилити, которые превращают продукт в неотъемлемую часть повседневной жизни массы людей. На примере крупных сервисов рассмотрим принципы создания интерфейсов, которые обеспечивают высокий уровень пользовательского опыта.

Основная часть

Проектирование приложений – это сложная задача, требующая сочетания эстетики, функциональности и удобства использования, для достижения такого результата важно опираться на следующие факторы – интуитивно понятная навигация, визуальная иерархия, адаптивность, минимализм и доступность – всё это есть юзабилити.

Юзабилити – это свойство самого продукта быть простым и удобным, его сложно измерить в каких-либо численных показателях, поэтому чаще его измеряют отсутствием или наоборот наличием проблем у пользователя во время использования приложения.

Само понятие имеет интересную историю, уходящую корнями в 20 век и прошло эволюцию от технического термина до ключевого элемента дизайна. С первым появлением компьютеров и программного обеспечения проблема «человеческого фактора» перешла и в цифровую сферу. Термин начал активно использоваться в научных кругах, чтоб описать легкость освоения подобных систем. Ключевыми фигурами этого периода являются Якоб Нильсен и Рольф Молич, которые еще в 90-х начали публиковать свои труды по эвристике юзабилити – «Usability Engineering» (1993). Совместно они разработали десять рекомендаций по улучшению интерфейсов, опираясь на результаты тестирования [1]. Позже из академического термина разовьется более широкое понятие – UX (User experience) – пользовательский опыт.

Также немаловажной фигурой является Стив Круг – известный эксперт в области UX-дизайна и юзабилити. Яркий след оставила его книга «Don't Make Me Think», Стив Круг в простой, понятной и часто юмористической форме пояснил как создавать интерфейсы, которые не вызывают у пользователей лишних размышлений и затруднений, делая процесс взаимодействия интуитивным и естественным.

На основе написанных материалов определились универсальные принципы юзабилити признанные во всем мире [2]:

- 1) видимость статуса системы: система должна всегда информировать пользователя о том, что происходит, с помощью обратной связи;
- 2) соответствие между системой и реальным миром: система должны говорить на языке пользователя – знакомыми ему словами, фразами и концепциями, а не, к примеру, системными терминами;
- 3) контроль и свобода пользователя: среднестатистический пользователь часто выполняет действия по ошибке, ему нужен четко обозначенный «аварийный выход», чтоб отменить операцию без лишних сложностей (кнопки «Отмена», «Назад», «Очистить форму»);
- 4) единообразие и стандарты: лучше следовать уже устоявшимся отраслевым и платформенным соглашениям;
- 5) предотвращение ошибок: помимо сообщений об ошибке стоит продумать дизайн, который предотвращает ее возникновение (к примеру, подтверждение перед удалением файла или блокировка недопустимых значений в форме);
- 6) узнавание, а не вспоминание: все инструкции по использованию системы должны быть легко доступными или видимыми.
- 7) гибкость и эффективность использования: интерфейс должен быть удобен как для новичков, так и для опытных пользователей.

8) эстетичный и минималистичный дизайн: интерфейс не должен содержать редко нужную информацию, т.к. каждая лишняя единица информации конкурирует с нужными единицами и уменьшает их видимость.

9) помощь пользователям в распознавании, диагностике и исправлении ошибок: сообщения об ошибках должны быть изложены простым языком и точно указывать на проблему, предлагая решение.

10) справка и документация: лучше всего, если система не требует документации, но если иначе, то она должна быть легко находимой, конкретной и описывающей шаги решения задачи.

Для оценки UX используется юзабилити тестирование – пользовательское тестирование, которое производится с целью оценить удобство, интуитивность, полезность и удовлетворенность от использования продукта для конечного пользователя [3, 4, 5]. Однако, для построения грамотного дизайна есть ограничения и возможности, зависящие от используемого устройства. Для понимания: к ограничениям можно отнести размер экрана (в случае со смартфоном) или управление одним пальцем, а к возможностям тач-жесты или датчики (gps/камера) для упрощения доступа к данным.

Давайте же превратим полученную теорию в действие. Представим, что мы UX-аудиторы, и наша задача применить наш «чек-лист» в полевых условиях, объектом для исследования послужит несколько мобильных приложений.

Покажем на примере аудита приложения Т-банка, разберем несколько наиболее популярных сценариев в соответствии с принципами Нильсена.

При переводе какой-либо суммы на счет друга, которого нет в контактах, но номер его телефона у нас есть в арсенале. Пропустив вход переходим к поиску функции перевода, перейдя на страницу собственного счета мы видим кнопку перевести, следовательно – не требуется запоминать, где находится перевод. Также мы видим четкий список вариантов без визуального шума, приоритет операций соблюден логично, однако вариантов много из-за второстепенных (кэшбэк, бонусы), но в целом дизайн эстетичный и эффективность использования в норме. При переводе плейсхолдер показывает формат номера, который автоматически форматируется при вводе – предотвращение ошибок и гибкость интерфейса кидаем в копилку. Подтверждение и выполнение перевода происходит вполне понятно, есть возможность его отменить (кнопка «Отменить» скрыта за свайпом или в меню), при выполнении операции видим четкий экран со всеми деталями перевода.

Далее приведен составленный отчет в формате коллажа из скриншотов мобильного приложения (рисунок 1).

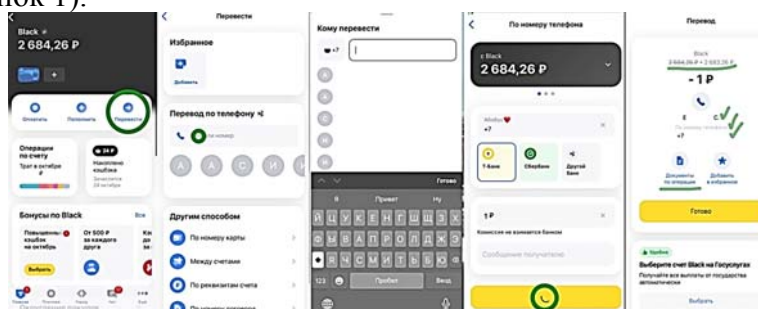


Рисунок 1 – Сценарий перевода в веб-приложении

После проведения юзабилити-тестирования следующим этапом является техническая экспертиза и доработка функциональности до возможного идеала.

Заключение

В данной работе был проведен комплексный анализ ключевых принципов юзабилити и их влияния на пользовательский опыт мобильных приложений. В ходе исследования было выявлено, что рассмотренные принципы юзабилити действительно являются практическим инструментом для достижения успеха мобильных приложений. Таким образом, проделанная работа позволяет сделать вывод, что соблюдение принципов юзабилити – это не просто вопрос удобства, а критически важный фактор для удержания пользователей и повышения их

вовлеченности. Приложение, которое не заставляет пользователя думать над навигацией и исключает ошибки, формирует положительный опыт, что в конечном итоге напрямую влияет на его лояльность и бизнес-показатели продукта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Эвристики Нильсена: 10 принципов юзабилити для улучшения дизайна интерфейсов // Skillbox Media. – URL: <https://blog.skillbox.by/dizajn/jevristik-nilsena-10-principov-juzabiliti-dlja-uluchshenija-dizajna-interfejsov-skillbox-media/> (дата обращения: 06.10.2025). – Режим доступа: свободный.
2. Основные принципы юзабилити в дизайне мобильных приложений // Рейтинг GameDev. – URL: <https://rating-gamedev.ru/blog/osnovnye-principy-iuzabiliti-v-dizaine-mobilnyx-prilozenii> (дата обращения: 06.10.2025). – Режим доступа: свободный.
3. Никитина, В. О. Тестирование пользовательского интерфейса на примере модуля «ОТО Аг» / В. О. Никитина, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 45-49. – EDN QAGULX.
4. Побережный, А. С. Проведение юзабилити-тестирования веб-сайта Asos / А. С. Побережный, М. Е. Щелкунова // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2022. – № 4. – С. 89-93. – EDN FGKWTV.
5. Щелкунова, М. Е. Потребность в тестировании программного обеспечения / М. Е. Щелкунова, У. В. Сеница // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 148-152. – EDN RVKQKT.

УДК 004.415.2

Собакинская Ксения Евгеньевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sobakinskaya Ksenia Evgenievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ХРАНИЛИЩА ДОКУМЕНТОВ VIVALDI

DESIGNING A VIVALDI STORAGE DIAGNOSTIC APPLICATION

Аннотация. Целью данной работы является проектирование специализированного программного обеспечения для мониторинга и оптимизации хранилища документов сервера Vivaldi. В статье представляется подход к автоматизированному выявлению проблемных файлов, мешающих высокой производительности сервера во время растеризации страниц.

Abstract. The purpose of this work is to design specialized software for monitoring and optimizing the document storage of the Vivaldi server. The article presents an approach to automated identification of problematic files that hinder server performance during page rasterization.

Ключевые слова: растеризация, статистика, хранилище, диаграмма прецедентов, доступ.

Key words: rasterization, statistics, storage, use case diagram, access.

Введение

Современные цифровые архивы и документохранилища играют большую роль в разного рода система, к примеру, корпоративных, образовательных или даже государственных, обеспечивая доступ пользователей к большим объемам данных. Архивы и хранилища, содержащие в себе большое количество документов, являются одной из причин увеличения нагрузки на сервер и необходимости повышения многопоточности файлов.

Растеризация страниц – процесс преобразования документов в изображения – создает нагрузку на процессор и оперативную память, особенно при работе с файлами низкого качества (например, отсканированными с избыточным разрешением). Так, при частом обновлении хранилища и высокой активности пользователей производительность снижается, увеличивая время отклика. Решением подобной проблемы может стать программное обеспечение, выполняющее анализ документов на предмет аномального времени растеризации и сбор статистики. Сервис будет обеспечивать контроль за состоянием хранилища, минимизируя проверки вручную.

Цель работы – разработать концепцию сервиса для автоматического контроля хранилища. На пример сервера Vivaldi, предоставляющего доступ к документам в виде графических изображений, разберем процесс проектирования такого приложения и составим диаграмму прецедентов и ER-диаграмму (Entity-Relationship) [1].

Основная часть

Разработка эффективной информационной системы должна начинаться с тщательного проектирования, где ключевым моментом является создание детальной спецификации, эта часть служит фундаментом для всей последующей. Перед этим ознакомимся с предметной областью, чтобы строить грамотную архитектуру приложения и учесть требования.

Теперь определим основные объекты, взаимодействующие с системой и опишем их возможности.

Выделим основные типы пользователей – объекты, взаимодействующие с системой:

- «Администратор» – имеет право создавать учетные записи или же целые корпоративные сети, объединять пользователей в группы, настраивать доступ прав пользователя/группы, а также имеет право управлять файлами (добавлять/удалять/редактировать); группировать ресурсы по категориям, сортировать и фильтровать записи при просмотре;

- «Читатель» – имеет право получать отчеты о состоянии хранилища и просматривать его материалы, а также сортировать и фильтровать данные при просмотре по следующим параметрам: дата (по возрастанию/по убыванию), лексикография (по возрастанию/по убыванию), объем (по возрастанию/по убыванию).

Теперь можем определить каждому из пользователей (актеров диаграммы прецедентов) возможные действия.

Функции, выполняемые системой:

- При входе в систему администратор/читатель должен пройти авторизацию, путем указания логина и пароля.

- Читатель имеет возможность просматривать статистические данные о состоянии хранилища и файлов, сортировать и фильтровать данные при просмотре по следующим параметрам: дата (по возрастанию/по убыванию), лексикография (по возрастанию/по убыванию), объем (по возрастанию/по убыванию).

- Администратор имеет возможность просматривать статистические данные о состоянии хранилища и файлов, сортировать и фильтровать данные при просмотре по следующим параметрам: дата (по возрастанию/по убыванию), лексикография (по возрастанию/по убыванию), объем (по возрастанию/по убыванию).

- Администратор создает учетные записи читателей (указывая такие параметры, как: фамилия, имя, отчество, группа (при наличии), права доступа к материалам (читатель/редактор).

- Администратор настраивает права доступа к материалам (чтение, запись, удаление, управление коллекциями).
- Администратор добавляет новые документы, указывая имя и путь к файлу.
- Администратор удаляет документы.
- Администратор редактирует документы (пополнение файла новыми страницами, изменение имени файла).
- Администратор создает коллекции, указывая имя коллекции и добавляя в нее файлы.
- Администратор создает группы, указывая имя группы, добавляя в нее читателей и настраивая для них права доступа.

Далее приведена составленная в результате проделанной работы диаграмма прецедентов (рисунок 1), теперь имеется основа для дальнейшей разработки программного обеспечения, от интерфейса до тестирования.

Рисунок 1 – Диаграмма прецедентов

```
classDiagram
    class Пользователь {
        -ID пользователя : String
        -Логин : String
        -Польз : String
        +Аутентификация () :String
    }
    class Админ {
        -УровеньДоступа : Integer
        +СоздатьАккаунт () :String
        +УправлениеПравами () :Integer
        +ДобавлениеФайлов () :void
        +УдалениеФайлов () :void
    }
    class Читатель {
        -УровеньДоступа
        +Сортировать () :void
        +Фильтровать () :void
        +ЗапроситьДоступ () :void
        +ПросмотрФайла () :void
    }
    class Группа {
        -ID группы : String
        -Название группы : String
        +ДобавитьПользователя () :void
        +УдалитьПользователя () :void
        +НастроитьПрава () :Integer
    }
    class Коллекция {
        -ID_коллекции : String
        -Название_коллекции : String
        -Дата_создания : Date
        +ДобавитьДокумент () :void
        +ДобавитьДокумент () :void
        +РедактироватьДокумент () :void
    }
    class Файл {
        -IDФайла : String
        -НазваниеФайла : String
        -РазмерФайла : Integer
        -ДатаИзменения : Date
        -ПутьФайла : String
        +Растеризовать () :void
    }
    class Отчет {
        -ID_отчет : String
        -ДатаФормирования : Date
        +Сформировать () :void
        +Экспорт_в_pdf () :void
    }
    class Хранилище {
        -ID_СпискаДокументов : String
        -НазваниеСпискаДокументов : String
        +ДобавлениеСписковДокументов () :void
        +УдалениеСписковДокументов () :void
    }

    Пользователь <|-- Читатель
    Пользователь --> Админ
    Админ --> Коллекция : 1
    Админ --> Файл : 1
    Админ --> Хранилище : 1
    Группа --> Коллекция : 0..*
    Коллекция --> Файл : 0..*
```

Она включает ключевые сущности и их атрибуты и несколько типов связей:

- один ко многим. К примеру, один администратор может добавить множество документов;
- многие ко многим: файл может принадлежать нескольким коллекциям.

Данная модель позволяет визуализировать сущности хранилища Vivaldi и их взаимосвязи, что важно для последующей реализации СУБД.

Заключение

Проектирование архитектуры программного обеспечения является одним из важных этапов разработки, поскольку от этого зависит многое: от производительности до удобства пользования. Проведенный анализ предметной области позволил сформировать четкую концепцию сервиса. В результате проделанной работы были систематизированы требования к функциональности и определены роли и их полномочия, разработана спецификация на разработку, диаграмма прецедентов и ER-диаграмма. Дальнейшие шаги для реализации после проектирования будут включать в себя прототипирование компонентов, проектирование базы данных и прочее.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Диагностика хранилища документов Vivaldi // EDSD: центр разработки программного обеспечения. – URL: <https://www.edsd.ru/diagnostika-hranilishha-dokumentov-vivaldi> (дата обращения: 05.04.2025) – Режим доступа: свободный.
2. Соколов, М. В. Разработка сайта «Здоровое питание человека» / М. В. Соколов, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.), А.В. Космынин (зам. отв. ред.). Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 311-314. – EDN SJGQWY.
3. Сонарова, А. А. Разработка информационной системы организации грузоперевозок / А. А. Сонарова, М. Е. Щелкунова // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20–25 марта 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 345-348. – EDN TFLPUM.
4. Залата, Р. В. Разработка программного обеспечения для визуального контроля сборки фюзеляжа самолета в дополненной реальности / Р. В. Залата, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. : материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года. Том Часть 2. – Комсомольский-на-Амуре государственный университет : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. – С. 294-297. – EDN QOPYMP.
5. Сурков, В. А. Проектирование программного обеспечения для обувной фабрики / В. А. Сурков, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 462-464. – EDN PGFNPI.

УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ INTERNET OF THINGS SECURITY THREATS

Аннотация. В работе проведен анализ угроз безопасности Интернета вещей (IoT) и Промышленного Интернета вещей (IIoT) и методов защиты. Систематизированы атаки по уровням архитектуры и оценена эффективность современных решений: криптографических протоколов (DTLS, IPsec), легковесных алгоритмов и систем обнаружения вторжений. Выявлены перспективные направления исследований, включая разработку энергоэффективных IDS для критических приложений типа Smart Grid.

Abstract. This paper analyzes Internet of Things (IoT) and Industrial Internet of Things (IIoT) security threats and protection methods. Attacks are systematized by architecture level and the effectiveness of modern solutions is assessed: cryptographic protocols (DTLS, IPsec), lightweight algorithms, and intrusion detection systems. Promising research areas are identified, including the development of energy-efficient IDS for critical applications such as the Smart Grid.

Ключевые слова: Интернет вещей, информационная безопасность, кибератаки, криптография, системы обнаружения вторжений, легковесные алгоритмы.

Key words: Internet of Things, information security, cyberattacks, cryptography, intrusion detection systems, lightweight algorithms.

Введение

Развитие технологий Интернета вещей приводит к интеграции миллионов устройств в промышленности, энергетике, здравоохранении и быту. По прогнозам, к 2025 году число подключённых устройств превысит 75 млрд [1]. Это открывает новые возможности автоматизации, но одновременно повышает риск кибератак. Промышленный Интернет вещей особенно уязвим, так как его элементы напрямую связаны с критическими инфраструктурами: энергетикой, транспортом, производством [2]. Современные исследования показывают, что около 70% популярных IoT-устройств имеют уязвимости, позволяющие реализовать атаки типа DDoS, «человек посередине» (MITM), перехват и подмену данных [3]. Известный пример - ботнет Mirai, использовавший IP-камеры и маршрутизаторы для масштабных атак на такие сервисы, как Twitter и PayPal [4]. В этих условиях задача обеспечения целостности (Integrity) и безопасности IoT/IIoT становится ключевой, что требует не только защиты от несанкционированного доступа, но и гарантий достоверности данных и бесперебойности работы систем.

Цель данной работы – проанализировать основные угрозы информационной безопасности в IoT, классифицировать атаки по уровням архитектуры, а также рассмотреть современные подходы к обеспечению защиты, включая примеры промышленных приложений и анализ перспективных исследований.

Основная часть

Архитектура Интернета вещей обычно делится на три уровня: восприятия (Perception), сетевой (Network) и прикладной (Application). На уровне восприятия функционируют датчики, камеры, счётчики, исполнительные устройства и иные элементы, обеспечивающие сбор информации из окружающей среды. Именно на этом этапе наиболее вероятны физические атаки, направленные на подмену оборудования (Node Capture), внедрение вредоносного кода (Malicious Code Injection) через обновления прошивки (OTA), намеренное ис-

тощение ресурсов устройства (Sleep Deprivation Attack), а также создание помех в эфире (Jamming Attack) и повторная передача перехваченных данных (Replay Attack). В условиях промышленного Интернета вещей такие действия могут привести не только к потере данных, но и к сбоям в технологических процессах, что делает защиту сенсоров особенно важной задачей.

Сетевой уровень отвечает за маршрутизацию и передачу информации по беспроводным и проводным каналам связи. Применяемые здесь протоколы, такие как Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee (на основе IEEE 802.15.4), LoRaWAN и 6LoWPAN, изначально создавались для разных целей и далеко не всегда обеспечивали встроенные средства безопасности. Поэтому на практике именно сетевой уровень является объектом множества изощренных атак: злоумышленники могут *selectively forwarding*) или полностью поглощать пакеты (Blackhole, Sinkhole), создавать ложные маршруты (Wormhole), клонировать идентификаторы узлов (Clone ID) или создавать несколько виртуальных сущностей из одного физического устройства (Sybil Attack). Нарушение функционирования хотя бы одного сегмента сети способно вызвать цепную реакцию сбоев, парализующую всю систему.

Прикладной уровень определяет взаимодействие системы с конечным пользователем или бизнес-приложениями. На этом этапе ключевой угрозой становится вмешательство в работу программного обеспечения: внедрение вредоносных скриптов (Malicious Scripts) или кода (Malicious Code Injection), искажение критических данных (Data Distortion Attack). Учитывая, что многие IoT-решения интегрируются с облачными сервисами, возникает дополнительный риск утечки информации через уязвимости в инфраструктуре поставщика услуг. Таким образом, прикладной уровень является не менее уязвимым, чем предыдущие, и требует постоянного мониторинга и обновления защитных механизмов [1].

Стандартизированные решения и механизмы безопасности

Для противодействия угрозам применяется комплекс мер, основанный на пяти ключевых сервисах безопасности: Конфиденциальность (Confidentiality), Целостность (Integrity), Аутентификация (Authentication), Доступность (Availability) и Защита от повтора (Replay Protection). Реализуются они с помощью как стандартизированных протоколов, так и специализированных легковесных (Lightweight) решений.

На сетевом уровне широко используется IPsec, обеспечивающий сквозное шифрование и аутентификацию. Для защиты беспроводных сенсорных сетей применяется стандарт IEEE 802.15.4, предоставляющий на канальном уровне набор режимов безопасности на основе AES. Протокол RPL (Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks), хотя и имеет опциональные механизмы безопасности, часто становится мишенью для атак, что требует дополнительного развертывания систем обнаружения вторжений (IDS). На транспортном уровне для защиты данных, передаваемых по UDP, используется DTLS (Datagram Transport Layer Security). Он является основой для безопасных версий IoT-протоколов, таких как CoAPs (Constrained Application Protocol secure). На прикладном уровне безопасность обеспечивается такими механизмами, как MQTTs (Message Queuing Telemetry Transport secure) и использованием TLS/SSL [2].

Углубленный анализ интеллектуальных энергосистем как пример ИИТ

Хорошим примером, иллюстрирующим серьёзность угроз в промышленном Интернете вещей, являются интеллектуальные энергосети (Smart Grid). Эти системы позволяют гибко управлять потреблением и распределением электроэнергии, повышать эффективность её использования и минимизировать затраты. Однако внедрение «умных» счётчиков и датчиков открывает новые возможности для кибератак. Нарушение конфиденциальности может привести к разглашению информации о бытовых привычках пользователей, подмена данных об энергопотреблении чревата экономическими убытками, а несанкционированное управление сетью может вызвать аварийные ситуации. Для противодействия подобным угрозам применяются криптографические методы, включая гомоморфное шифрование и легковесные алгоритмы на основе эллиптических кривых (ECC). Однако, как показано в обзоре, многие предложенные схемы аутентификации, такие как CL2PAKA, имеют недостатки, например, неспособность долгосрочно связывать идентификатор с открытым ключом. Это подчеркивает

необходимость разработки более совершенных и практичных легковесных решений, учитывающих ограниченные ресурсы интеллектуальных счетчиков.

Системы обнаружения вторжений (IDS) и легковесная криптография

Современные подходы к защите IoT и IIoT строятся на сочетании нескольких технологий. Особую роль играют системы обнаружения вторжений (IDS), адаптированные для работы в условиях ограниченных ресурсов. Исследования в этой области развиваются в сторону создания распределенных и гибридных архитектур. Например, решения вроде SVELTE и INTI направлены на обнаружение атак типа Sinkhole и Selective Forwarding в сетях 6LoWPAN, однако они зачастую демонстрируют высокий процент ложных срабатываний (до 38 %) и значительное потребление энергии. Перспективным направлением является использование машинного обучения, как в системе на основе генетического программирования, показавшей точность до 99.83 % против Hello Flood атак, однако ее влияние на производительность сети требует дальнейшего изучения.

Параллельно развивается направление легковесной криптографии. Учитывая, что большая часть IoT-устройств обладает низкой вычислительной мощностью и ограниченной ёмкостью батареи, применение традиционных алгоритмов, например RSA, может быть непрактичным. Поэтому активно ведутся работы по оптимизации существующих протоколов, таких как DTLS (проекты Lithe, E-Lithe), которые позволяют снизить накладные расходы на заголовки и вычислительную сложность. Альтернативой являются схемы на основе Identity-Based Encryption (IBE), позволяющие отказаться от цифровых сертификатов и снизить коммуникационные издержки [3].

Инструменты моделирования и операционные системы

Важным аспектом исследований является использование специализированных инструментов. Для моделирования и тестирования IoT-решений широко применяются симуляторы, такие как Cooja (для эмуляции сетей сенсоров), OMNeT++ и NS-3. Для развертывания ПО на реальных устройствах используются легковесные операционные системы: Contiki OS, RIOT OS, Zephyr и TinyOS, которые предоставляют поддержку ключевых стеков протоколов (IPv6, 6LoWPAN, RPL, CoAP) и оптимизированы для работы с ограниченными ресурсами.

Анализ показывает, что проблема информационной безопасности в Интернете вещей носит комплексный характер. Угрозы существуют на каждом уровне архитектуры, а последствия атак могут затрагивать не только отдельные устройства, но и целые отрасли. Несмотря на обилие исследований, многие решения остаются узкоспециализированными, демонстрируют высокие накладные расходы или не прошли всесторонней проверки на различных типах атак. Именно поэтому необходимы универсальные подходы, сочетающие криптографические методы, надёжные протоколы, эффективные системы мониторинга и специализированные легковесные решения для конечных устройств [4].

Заключение

Проведенный комплексный анализ угроз информационной безопасности в экосистемах Интернета вещей и Промышленного Интернета вещей позволил систематизировать основные типы кибератак, классифицировав их по трем уровням архитектуры IoT: восприятия, сетевому и прикладному. В результате исследования установлено, что каждый уровень обладает специфическими уязвимостями, требующими применения целевых контрмер.

Для эффективного противодействия угрозам необходим многоуровневый подход, интегрирующий как стандартизированные криптографические протоколы (IPsec, DTLS, TLS), так и специализированные решения – легковесные алгоритмы шифрования и адаптированные системы обнаружения вторжений. Существующие IDS-решения, включая те, что используют машинное обучение, зачастую демонстрируют высокие накладные расходы или требуют дальнейшей оптимизации для работы в средах с ограниченными ресурсами.

Особое внимание при проектировании систем защиты должно уделяться критически важным инфраструктурам, подобным интеллектуальным энергосистемам (Smart Grid), где последствия успешной кибератаки могут быть катастрофическими. Важную роль играет использование специализированных инструментов моделирования (Cooja, OMNeT++) и легко-

весных операционных систем (Contiki OS, RIOT OS) для тестирования и внедрения решений безопасности.

Таким образом, перспективным направлением для дальнейших работ является разработка сбалансированных, энергоэффективных и универсальных фреймворков безопасности, способных обеспечить комплексную защиту на протяжении всего жизненного цикла данных в экосистемах IoT и IIoT.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Abosata N., Al-Rubaye S., Inalhan G., Emmanouilidis C. Internet of Things for System Integrity: A Comprehensive Survey on Security, Attacks and Countermeasures for Industrial Applications // *Sensors : электрон. науч. журн.* – Раздел «Компьютерные науки и информационные технологии», подраздел «Безопасность Интернета вещей». – 2021. – Vol. 21. – С. 36–54. – Дата публикации: 24.05.2021. – URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/11/3654> (дата обращения: 03.10.2025)
2. Sadeghi A., Wachsmann C., Waidner M. Security and Privacy Challenges in Industrial IoT // *ACM Transactions on Internet Technology : электрон. науч. журн.* – Раздел «Промышленный Интернет вещей», подраздел «Кибербезопасность». – 2019. – Vol. 19. – No. 2. – С. 1–32. – Дата публикации: 20.03.2019. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7167238> (дата обращения: 03.10.2025).
3. Mazhar T., Talpur D. B., Al Shloul T., Ghadi Y. Y., Haq I., Ullah I., Ouahada K., Hamam H.. Analysis of IoT Security Challenges and Its Solutions Using Machine Learning // *Journal of Sensors : электрон. науч. журн.* – Раздел «Интернет вещей», подраздел «Машинное обучение». – 2023. – С. 112–128. – Дата публикации: 10.02.2023. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37190648/> (дата обращения: 03.10.2025).
4. Laghari A. A., Jamali A., Hussain I. Internet of Things Applications Security Trends and Challenges // *Springer: электрон. науч. изд.* – Раздел «Кибербезопасность», подраздел «Тенденции и вызовы». – 2024. – С. 57–72. – Дата публикации: 15.01.2024. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43926-024-00090-5> (дата обращения: 03.10.2025).

УДК 004.032.26:519.6

Тихонов Алексей Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Tikhonov Alexey Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Дмитрий Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Frolov Dmitry Olegovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amur State University

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

SIMULATION OF NETWORK PROTOCOLS FOR REAL-TIME SYSTEMS

Аннотация. Целью работы является разработка метода оптимизации проектирования сетей TTEthernet для распределенных систем реального времени. Предмет исследования – комплексная задача синтеза сети, включающая маршрутизацию виртуальных соединений, упаковку сообщений в кадры и формирование статических расписаний. Для решения этой NP-трудной задачи предложен метаэвристический алгоритм на основе табу-поиска. Результаты вычислительных экспериментов подтверждают, что метод гарантирует планируемость всего критического трафика и значительно снижает сквозные задержки для сообщений.

Abstract. The aim of this work is to develop a method for optimizing the design of TTEthernet networks for distributed real-time systems. The subject of the study is a complex network synthesis problem, including routing virtual links, packing messages into frames, and generating static schedules. To solve this NP-hard problem, a metaheuristic algorithm based on tabu search is proposed. The results of computational experiments confirm that the method guarantees schedulability of all critical traffic and significantly reduces end-to-end message latency.

Ключевые слова: TTEthernet, системы реального времени, виртуальные соединения, упаковка сообщений, табу-поиск.

Key words: TTEthernet, real-time systems, virtual connections, message packing, tabu search.

Введение

Современные распределенные системы реального времени в таких областях, как авионика, автомобильная промышленность и космическая техника, предъявляют строгие требования к детерминизму, надежности и предсказуемости сетевых коммуникаций [1]. TTEthernet, являясь развитием стандарта Ethernet, обеспечивает детерминированную передачу данных через механизм виртуальных соединений и глобальную синхронизацию времени. Этот протокол поддерживает три класса трафика с различными требованиями к критичности: Time-Triggered (TT), Rate-Constrained (RC) и Best-Effort (BE), что делает его привлекательным для критически важных приложений [2].

Актуальность данной работы обусловлена растущей сложностью распределенных систем и недостаточностью существующих подходов к проектированию сетей TTEthernet. Традиционные методы часто решают задачи маршрутизации, упаковки сообщений и составления расписаний изолированно, что не позволяет достичь глобально оптимальной производительности системы [3, 4]. Комплексный подход к синтезу сети является необходимым для выполнения жестких временных ограничений.

Целью работы является разработка комплексного метода оптимизации проектирования сетей TTEthernet, обеспечивающего гарантированную планируемость всего критического трафика при минимизации сквозных задержек для сообщений RC-класса. Для достижения поставленной цели требуется решить NP-трудную задачу совместной оптимизации нескольких взаимосвязанных параметров конфигурации сети.

Степень разработанности темы характеризуется наличием исследований, посвященных отдельным аспектам синтеза сетей TTEthernet, однако подходов, одновременно учитывающих маршрутизацию, упаковку и расписание в рамках единого оптимизационного алгоритма, в литературе представлено недостаточно. Предлагаемый в работе метод направлен на восполнение этого пробела.

Основная часть

TTEthernet реализует детерминированную коммуникацию на основе Ethernet IEEE 802.3, используя механизм виртуальных соединений, которые обеспечивают логическое соединение «один-ко-многим». Протокол поддерживает три класса трафика, обеспечивая изоляцию между ними благодаря глобальной синхронизации времени. Time-Triggered трафик передается по статическим расписаниям в строго определенные моменты времени и имеет высший приоритет. Rate-Constrained трафик доставляется с ограниченной задержкой в промежутках между TT-сообщениями, в то время как Best-Effort трафик не имеет временных гарантий и обслуживается по остаточному принципу [1, 2].

Модель системы и постановка задачи

Сеть описывается в виде ориентированного графа, где вершины представляют терминалы и коммутаторы, а рёбра соответствуют физическим каналам передачи данных. Приложение моделируется как набор задач, генерирующих сообщения TT и RC классов. Синтез реализации сети представляет собой комплексную задачу, требующую одновременного решения нескольких взаимосвязанных проблем: фрагментации и упаковки сообщений в кадры, назначения кадров виртуальным соединениям, маршрутизации виртуальных соединений по физической топологии, настройки полосы пропускания для RC-соединений и синтеза статических расписаний для TT-кадров. Задача оптимизации формулируется как обеспечение планируемости всех TT- и RC-сообщений при минимизации наихудшей сквозной задержки для RC-сообщений, что относится к классу NP-трудных проблем [4, 5].

Экспериментальная часть

Для решения задачи предложена стратегия DOTTS, основанная на метаэвристике табу-поиска.

Алгоритм начинается с построения начального решения прямолинейным подходом, где каждое сообщение помещается в отдельный кадр, маршрутизация осуществляется по кратчайшим путям, а расписание ТТ-трафика составляется по принципу «как можно раньше». Далее процесс оптимизации итеративно улучшает решение, применяя три класса преобразований: изменение маршрута виртуального соединения, фрагментацию или объединение сообщений с их последующей упаковкой в кадры, а также корректировку расписания ТТ-кадров через временные сдвиги. Качество решения оценивается с помощью функции стоимости, которая учитывает, как планируемость ТТ-трафика, имеющую высший приоритет, так и задержки RC-трафика. Для предотвращения заикливания в локальных минимумах используется список табу, запрещающий возврат к недавно посещенным решениям.

Эффективность алгоритма была проверена на 30 синтетических тестовых примерах и двух реальных системах – автомобильной системе на базе стандарта SAE и бортовой сети космического корабля Orion. Сравнение проводилось с прямым методом и с вариантами табу-поиска, оптимизирующими только одну из подзадач. Предложенный метод DOTTS смог найти планируемые решения для всех тестовых случаев, в то время как прямой метод обеспечивал планируемость в среднем лишь для 40 – 60 % сообщений. Комплексная оптимизация всех параметров показала существенное преимущество перед оптимизацией только маршрутизации, упаковки или расписания по отдельности. В тех случаях, когда другие методы находили планируемое решение, алгоритм DOTTS демонстрировал дальнейшее снижение наихудших задержек RC-сообщений на величину от 2 до 43 процентов [5].

На рисунке 1 представлены результаты экспериментальной части.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
Set	Test case	ES	NS	Load	Msgs	Min size	Max size	T_{min}	T_{max}	Frame Instances	SS Sched. %	RO Sched. %	PFO Sched. %	SO Sched. %	DOTTS Sched. %	Δ_{wcd} [%]
1	10	5	3	30	61	29	1451	2	25	697	42.62	50.81	54.38	83.60	100.00	–
	11	6	3	40	100	70	1429	2	60	1470	51.00	56.00	63.33	99.00	100.00	–
	12	8	5	50	99	6	1458	2	37.5	1300	51.51	58.58	60.20	88.88	100.00	–
	13	10	5	50	109	10	1470	2	37.5	1557	46.78	51.37	57.54	88.07	100.00	–
	14	12	4	40	101	1	1347	2	37.5	24146	50.49	60.39	61.00	99.01	100.00	–
	15	20	5	60	84	2	1461	1	150	2388	52.38	67.85	68.86	97.19	100.00	–
	16	20	5	90	145	4	1469	2	126	5509	58.62	62.96	63.88	81.37	100.00	–
	17	35	8	40	132	98	1471	4	250	4064	63.63	66.66	68.18	98.48	100.00	–
	18	37	8	40	43	1	1470	1	150	2305	53.48	86.04	81.39	95.34	100.00	–
	19	37	8	40	77	2	1467	2	126	2441	48.05	70.12	64.93	100.00	100.00	36.35
2	20	8	5	30	46	29	1463	2	25	640	56.52	69.56	73.91	95.66	100.00	–
	21			40	63	72	1461	2	37.5	929	41.26	50.79	52.45	95.23	100.00	–
	22			50	99	6	1458	2	37.5	1300	51.51	58.58	60.20	88.88	100.00	–
	23			60	106	1	1468	2	37.5	1579	48.11	54.71	56.19	94.33	100.00	–
3	30	12	4	30	46	20	1443	2	25	536	56.52	73.91	76.08	97.82	100.00	–
	31			40	50	28	1470	2	25	660	52.00	72.00	74.00	98.00	100.00	–
	32			50	99	19	1464	2	37.5	1542	51.51	60.60	61.61	96.96	100.00	–
	33			60	153	22	1468	2	37.5	1899	49.67	54.24	57.33	94.77	100.00	–
4	40	21	6	40	91	13	1442	2	37.5	1156	45.05	56.04	72.54	100.00	100.00	12.76
	41			50	86	31	1467	2	37.5	1303	47.67	60.46	62.29	90.98	100.00	–
	42			60	165	20	1469	2	37.5	2178	49.09	57.57	59.84	90.97	100.00	–
	43			70	131	8	1466	2	37.5	1785	46.56	56.48	55.49	86.12	100.00	–
5	50	30	8	30	67	26	1445	2	37.5	897	46.26	65.67	65.67	100.00	100.00	42.99
	51			40	180	18	1459	4	375	5809	48.88	53.33	55.00	100.00	100.00	0
	52			50	220	20	1469	4	375	6871	50.00	53.18	54.09	78.18	100.00	–
	53			60	220	17	1471	4	375	7811	50.00	51.81	54.54	74.09	100.00	–
6	60	35	8	40	51	11	1466	2	37.5	785	41.17	62.74	64.04	100.00	100.00	2.21
	61			50	122	5	1466	2	37.5	1596	50.00	58.19	65.11	97.67	100.00	–
	62			60	133	24	1460	2	37.5	1838	45.86	53.38	61.72	92.72	100.00	–
	63			70	173	3	1464	2	37.5	2481	46.82	52.02	60.46	96.94	100.00	–
7	auto	15	7	50	79	28	1461	4	100	5180	53.16	58.22	72.34	89.87	100.00	–
	orion	31	14	40	187	20	1460	4	375	6130	46.52	58.82	57.75	100.00	100.00	43.81

Рисунок 1 – Экспериментальные результаты

Заключение

Проведенное исследование позволило разработать комплексный метод оптимизации проектирования сетей TTEthernet, основанный на метаэвристике табу-поиска. Предложенный алгоритм DOTTS продемонстрировал высокую эффективность при решении сложной многокритериальной задачи синтеза сетевой конфигурации, включающей одновременную оптимизацию маршрутизации виртуальных соединений, упаковки сообщений и формирования статических расписаний.

Экспериментальная оценка на синтетических и реальных тестовых случаях подтвердила, что метод обеспечивает 100 % планируемость критического трафика при одновременном снижении задержек РС-трафика на 2 – 43 % по сравнению с существующими подходами. Особенностью разработанного алгоритма является способность находить баланс между различными аспектами проектирования сети, что недостижимо при отдельной оптимизации отдельных параметров конфигурации.

Полученные результаты свидетельствуют о практической применимости разработанного подхода для проектирования надежных сетей в критически важных системах авионики, автомобильной промышленности и космической техники. Метод позволяет существенно сократить время проектирования сложных распределенных систем реального времени и гарантировать выполнение строгих временных ограничений.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение метода для поддержки различных уровней приоритетов РС-сообщений, учета требований отказоустойчивости и интеграции с инструментами автоматизированного проектирования промышленных сетей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. SAE International. AS6802: Time-Triggered Ethernet // SAE International : сайт. – Раздел сайта «Standards». – Уоррендейл, 2011 – . – URL: <https://www.sae.org/standards/content/as6802/> (дата обращения: 03.10.2025).
2. ARINC Specification 664P7: Aircraft Data Network, Part 7, Avionics Full-Duplex Switched Ethernet Network // ARINC Incorporated – Аннаполис, 2005: электронный ресурс – URL: <https://www.aviation-ia.com/standards/664p7> (дата обращения: 03.10.2025).
3. Steiner W. An Evaluation of SMT-based Schedule Synthesis For Time-Triggered Multi-Hop Networks // Proceedings of the Real-Time Systems Symposium : сборник трудов конференции. – 2010 – . – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5702246> (дата обращения: 03.10.2025).
4. Steinbach T., Korf F., Corte M. et al. Tomorrow's In-Car Interconnect? A Competitive Evaluation of IEEE 802.1 AVB and Time-Triggered Ethernet (AS6802) // IEEE Vehicular Technology Conference : материалы конференции. – 2012 – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6398932?arnumber=6398932> (дата обращения: 03.10.2025).
5. Glover F., Laguna M. Tabu Search // Kluwer Academic Publishers – Норуэлл, 1997: электронный ресурс – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-6089-0>: 03.10.2025).

УДК 004.4

Франтов Иван Романович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Frantov Ivan Romanovich, student, Komsomolsk-na-Amur State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДЛЯ АВТОСЕРВИСА

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF REQUIREMENTS TO SOFTWARE FOR CAR SERVICE

Аннотация. В статье рассмотрены этапы разработки и анализа требований к программному обеспечению для автосервиса. Цель работы – создание функциональной модели системы, обеспечивающей автоматизацию ключевых бизнес-процессов: приемка и ремонт автомобилей, управление складом, учет финансов и взаимодействие с клиентами. В работе проведен глубокий анализ предметной области, сформированы бизнес-требования, разработана модель в нотации DFD, включающая основные процессы и потоки данных. Результаты способству-

ют повышению эффективности разработки программного продукта для автосервиса, снижению ошибок и улучшению качества программного продукта.

Abstract. This article examines the stages of developing and analyzing requirements for auto repair shop software. The goal of the work is to create a functional model of a system that automates key business processes: vehicle acceptance and repair, warehouse management, financial accounting, and customer interaction. This work includes an in-depth analysis of the subject area, the generation of business requirements, and the development of a DFD model that includes key processes and data flows. The results contribute to increased efficiency in auto repair shop software development, a reduction in errors, and improved product quality.

Ключевые слова: автоматизация автосервиса, требования к программному обеспечению, DFD-модель, функциональные требования, бизнес-процессы автосервиса.

Keywords: automotive service automation, software requirements, DFD-model, functional requirements, auto service business processes.

Введение

Современный автосервис – это сложная система, объединяющая производственные, административные и сервисные процессы, что требует постоянного поиска эффективных решений для управления и развития бизнеса. Рост количества автомобилей, усложнение технологий ремонта и повышение клиентских требований делают информационное и процессное управление ключевым фактором успеха.

Актуальность задачи связана с необходимостью перехода к автоматизированным способам ведения учета, контроля ресурсов и взаимодействия с клиентами [1]. Внедрение специализированного программного обеспечения (ПО) позволяет стандартизировать работу с заказами, оптимизировать движение запасов, упростить финансовый контроль и внедрить современные аналитические инструменты.

Целью данной статьи является формализация требований и разработка концепции программного обеспечения для автосервиса, способной автоматизировать оформление и ведение заказов, управление запасами, проведение финансовых операций и поддержку коммуникации между сотрудниками и клиентами.

В работе решаются задачи анализа организационной структуры предприятия, моделирования бизнес-процессов, определения функций системы, описания хранилищ данных и интеграций с внешними сервисами. Приведены рекомендации по проектированию информационной системы, ориентированной на цифровую трансформацию и повышение качества обслуживания автосервиса.

Основная часть

Разработка концепции программного обеспечения

Процесс разработки концепции начался с анализа специфики работы автосервисов: высокие темпы обслуживания, сезонные загрузки, разнонаправленные задачи, строгая регламентация материально-технической логистики и высокая конкуренция. Автоматизация направлена на комплексное решение ключевых задач: приемка автомобиля, расчет стоимости работ и материалов, контроль и учет складских позиций, ведение истории обслуживания, аналитика эффективности работы персонала и взаимодействие с клиентами через цифровые каналы.

Бизнес-требованиями являются: сокращение времени обработки заказов за счёт автоматизации записи и учёта клиентов; снижение времени на составление отчётов за счёт автоматического формирования отчётов о прибыли, расходах, гарантиях и складе.

В первую очередь была проведена глубокая бизнес-аналитика: описаны сценарии взаимодействия клиентов, мастеров и технических специалистов, учтен регламент работы приемки, склада и бухгалтерии:

- регистрация предварительной заявки через единый цифровой канал (сайт, мобильное приложение, кол-центр);

- приемка автомобиля с фиксацией дефектов, фото-видеоматериалов, согласование стоимости и сроков работ;
- рассылка уведомлений клиенту о статусе ремонта, расчет стоимости в режиме реального времени по прайс-листу;
- контроль качества: механик или мастер вносит результаты проверки после ремонта, клиент получает отчет;
- складской учет: автоматическое списание необходимых материалов с привязкой к конкретному заказу, формирование заявок на пополнение запасов;
- контроль финансовых потоков, генерация отчетов, интеграция с бухгалтерией, онлайн-кассой и налоговой.

Анализ аналогов на рынке показывает, что в сегменте используются такие решения, как 1С:Автосервис, АвтоСофт, Autocheck, SAAS-системы для управления сервисами, которые предоставляют свои механизмы оформления заказов, ведения складского и финансового учета, интеграции с бухгалтерией и госслужбами, а также позволяют отправлять SMS/e-mail уведомления клиентам и работать с цифровыми отчетами. Однако, большинство решений не предоставляет гибкой настройки бизнес-логики и удобного мобильного интерфейса, что актуализирует задачу проектирования специализированного ПО под конкретные требования автосервиса.

Описание классов пользователей ПО

Были определены следующие классы пользователей разрабатываемого программного обеспечения:

- Директор. В мастерской один директор, который должен иметь доступ к системе ежедневно для оценки эффективности работы подразделений и сотрудников, а также для формирования регулярных и отчетных документов для налоговых и контролирующих органов. Для директора важна возможность просмотра аналитических панелей, выгрузки отчетов и отслеживания ключевых показателей в реальном времени.
- Менеджер. Около пяти менеджеров, работающих для разных филиалов мастерской. Менеджеры планируют использовать систему несколько раз в день для оформления заявок, формирования списка клиентов, получения данных для составления отчетов, а также для составления заявок на материалы. Им необходима возможность корректировать нормативы, интегрировать систему с внешними сервисами и формировать отчеты. Менеджеры должны автоматически получать уведомления о важных событиях в системе.
- Механик. В мастерской работает около 10 механиков (мастеров по ремонту), которые будут использовать систему регулярно, преимущественно для приема и выдачи заказов, взаимодействия с клиентами и распределения работ между сотрудниками. Механикам необходима возможность быстро назначать задачи, контролировать сроки исполнения и фиксировать статус заказа, используя электронную документацию.
- Клиенты. Более 1000 клиентов, которые будут использовать систему время от времени через личный кабинет для отслеживания статуса заказа, получения уведомлений, просмотра истории обслуживания, документов и рекомендаций. Клиенты ожидают простого доступа к своим данным и автоматических уведомлений о ходе работ и необходимости сервисного обслуживания.

Сторонники продукта:

- Иван, 45 лет, владелец автомастерской «А» уже 10 лет, работает с компьютерами уверенно, использует специализированное ПО для учёта и аналитики, но предпочитает интуитивно-понятные интерфейсы и простые решения. Ежедневно Иван проверяет от пяти до 10 активных заказов, отслеживает работу персонала, анализирует финансовые показатели мастерской, руководит обновлением процессов. Для Ивана важно, чтобы система автоматически формировала отчеты по прибыли и затратам, оповещала о превышении бюджета, выделяла статистику по каждому мастеру и присылала рекомендации по оптимизации. Он хочет, чтобы все уведомления поступали на электронную почту, а изменения в системе проводились быстро и без сложных инструкций.

- Ольга, 28 лет, менеджер автомастерской «А» последние три года. С компьютером обращается уверенно, опыт работы с CRM-системами и офисным ПО – высокий, готова осваивать новые приложения, если это ускоряет взаимодействие с клиентами. В день оформляет 8 – 15 заказов, фиксирует обращения клиентов, координирует работу механиков и передаёт документы в бухгалтерию. Ольга хочет, чтобы система мгновенно выводила историю заказов любого клиента, автоматически уведомляла клиентов о статусе ремонта, помогала быстро находить свободного мастера и самостоятельно заполняла шаблоны документов по типу услуги.

- Алексей, 32 года, работает механиком в автомастерской «А» уже восемь лет. Не испытывает сложностей при работе с персональными компьютерами, но предпочитает минимум отвлекающих операций: для него важно быстро находить необходимые инструкции, получать автоматические напоминания о новых заказах и иметь доступ к электронной истории ремонта каждого автомобиля. Каждый день выполняет от трех до пяти заказов, не любит тратить время на бумажную документацию. Алексей хочет, чтобы система самостоятельно формировала списки запчастей при оформлении работ, автоматически добавляла инструкции по технике безопасности при поступлении новых типов работ, и предоставляла ему простой способ отправки отчетности о завершённых заказах без лишних действий.

- Андрей, 35 лет, постоянный клиент автомастерской «А». С компьютером работает на базовом уровне, готов использовать личный кабинет или мобильное приложение, если интерфейс интуитивен и прост. Ежемесячно обращается в автосервис для диагностики, ремонта и планового обслуживания. Андрей ценит прозрачность: хочет, чтобы система автоматически информировала его о ходе выполнения работ по электронной почте, присылала напоминания о плановых проверках, формировала подробные отчёты по итогам каждого обращения и позволяла удалённо отслеживать все расходы на обслуживание автомобиля.

Определение требований пользователей к ПО

Требования определялись через интервью с владельцами и специалистами реальных автосервисов, анализ существующих программных решений и сопоставление современных стандартов отрасли.

В ходе анализа был создан набор DFD-диаграмм, раскрывающих последовательность основных бизнес-процессов: от предварительной записи автомобиля, проведения ремонта и выдачи клиенту до возвратных операций, складских перемещений, формирования отчетности и систем мотивации сотрудников. Диаграммы модели в нотации DFD представлены на рисунках 1, 2 [2, 3].

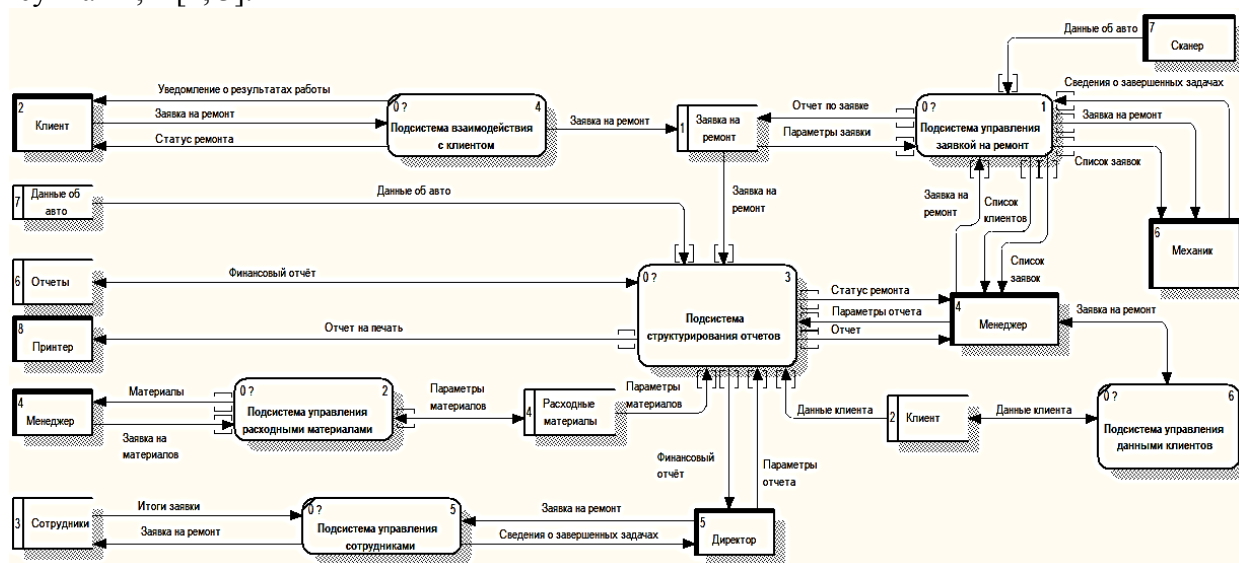


Рисунок 1 – Детализация системы управления автосервисом в нотации DFD

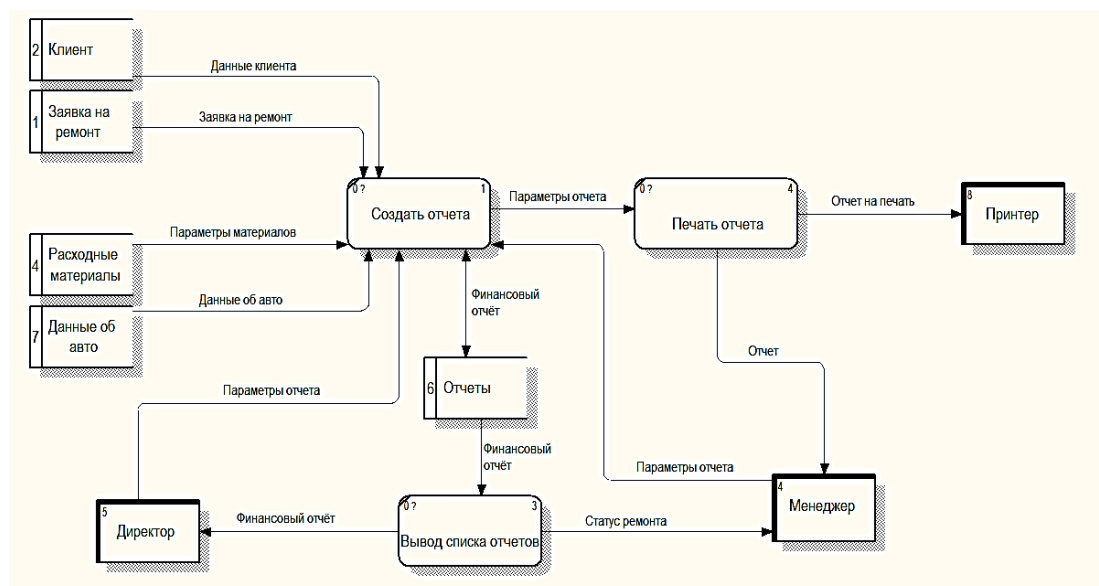


Рисунок 2 – Подсистема управления данными клиентов

Данные и взаимодействие с внешними сущностями

В модели определены следующие внешние сущности, которые взаимодействуют с системой:

1) Пользователи: менеджеры автосервиса – оформление и передача заявок, ведение клиентской базы, взаимодействие с механиками; механики – получение информации о ремонтах, внесение данных о выполненных работах, оформление потребности в расходниках; директор автосервиса – контроль сотрудников, услуг, отчетов и расходников, анализ эффективности работы сервиса; клиенты автосервиса (через сотрудников) – получение информации о статусе ремонта, запись на обслуживание, получение уведомлений.

2) Оборудование: сканеры VIN-кодов и QR-меток - ввод информации о транспортных средствах и документах; принтеры и кассовое оборудование – печать заказ-нарядов, чеков, отчетов.

Определены хранилища данных, предназначенные для хранения данных системы:

- клиент – хранит персональные данные клиента, контактную информацию, историю обращений, сведения о привязанных автомобилях, списке заказов;
- данные об авто – содержит сведения о каждом транспортном средстве (марка, модель, VIN, регистрационный номер, год выпуска, история ремонтов и обслуживания, пробег);
- отчеты – включает сформированные документы: акты выполненных работ, финансовые отчеты, статистику по заказам и услугам, аналитические и бухгалтерские отчеты;
- сотрудники – содержит информацию о сотрудниках автосервиса: ФИО, должность, контакты, история выполнения работ, график работы;
- заявка на ремонт – хранит данные по каждому заказу: информация о клиенте, автомобиле, перечне работ, времени оформления, статусе выполнения, назначенных механиках и итоговой стоимости;
- расходные материалы – хранит сведения о наличии, движении и остатках материалов на складе, данные по поставщикам, ценам, датам поступления, списания, автоматические заявки на пополнение.

Заключение

В результате проделанной работы изучена предметная область, определены бизнес-требования, созданы и проанализированы требования к программному обеспечению для автоматизации процессов автомастерской, разработана модель функциональных требований в нотации DFD. Модель включает контекстную диаграмму, диаграмму первого уровня и детализированные диаграммы, что наглядно представляет процессы и потоки данных в системе. Система охватывает основные аспекты деятельности автомастерской: управление заявками, учет клиентов, сотрудников, расходных материалов, услуг и отчетов. Это способствует по-

вышению эффективности работы, снижению ошибок и улучшению взаимодействия с клиентами. Сформулированные функциональные и нефункциональные требования, а также системные характеристики обеспечивают основу для дальнейшей разработки программного продукта. Анализ показал важность тщательной проработки требований на этапе проектирования, чтобы система соответствовала реальным потребностям пользователей. В дальнейшем возможно уточнение модели с учетом дополнительных требований или особенностей реализации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ковалев, С. А. Внедрение программы электронного документооборота «1с» на предприятии: этапы, цели, задачи / С. А. Ковалев, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 391-393. – EDN USYRTZ.
2. Значимость и применение нотаций при разработке программного обеспечения / Д. И. Шубарина, М. Е. Щелкунова, Е. Б. Щелкунов, Т. С. Уткина // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2024. – № 1. – С. 115-120. – EDN UXQSYE.
3. Иванов, М. А. Разработка приложения для обеспечения деятельности пассажирского автотранспортного предприятия / М. А. Иванов, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 385-387. – EDN XSEHBZ.

УДК 004.032.26:519.6

Фролов Дмитрий Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Frolov Dmitry Olegovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ ОБЗОРНЫХ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT SEARCH ENGINE WITH AUTOMATIC GENERATION OF SCIENTIFIC REVIEW ARTICLES

Аннотация. Экспоненциальный рост научных публикаций создал потребность в интеллектуальных системах для поиска и синтеза информации. В статье представлена система для поиска научных документов и генерации обзорных статей. Она использует методы обработки естественного языка (NLP): эмбединги, сверточные нейронные сети и трансформеры. Оптимизация результатов с помощью комбинированной функции потерь повышает релевантность и разнообразие, что экономит время исследователей и улучшает продуктивность.

Abstract. The exponential growth of scientific publications has created a demand for intelligent systems for information retrieval and synthesis. This paper presents a system designed for searching scientific documents and generating review articles. It leverages natural language processing (NLP) methods, including embeddings, convolutional neural networks, and transformers. Optimization of results using a combined loss function enhances relevance and diversity, saving researchers' time and improving productivity.

Ключевые слова: экспоненциальный рост, научные публикации, интеллектуальные системы, эмбеddинг, нейронные сети
Key words: Exponential growth, scientific publications, intelligent systems, embedding, neural networks

Введение

В последние годы стремительный рост числа научных публикаций поставил перед исследователями серьезные задачи. Ежегодно появляются миллионы новых работ, что значительно усложняет процесс поиска и анализа актуальной информации. Это создает острую потребность в умных системах, способных не только находить необходимые публикации, но и преобразовывать их содержание в лаконичные и структурированные обзоры. Внедрение таких решений может существенно ускорить обработку данных, повысить эффективность научной деятельности и углубить понимание сложных тем.

Современные подходы в области обработки естественного языка предоставляют широкий спектр инструментов для анализа текстовой информации. Технологии, включая эмбеddинги, сверточные нейронные сети и трансформеры, позволяют обрабатывать огромные массивы данных, выявлять важные связи и извлекать ключевые идеи. Однако создание комплексной системы, объединяющей эти методы для решения задач поиска и автоматизированного создания научных обзоров, остается сложной и актуальной задачей.

Данная работа посвящена разработке интеллектуальной системы, которая использует передовые NLP-технологии для поиска релевантных научных материалов и автоматической генерации аналитических обзоров. Применение комбинированной функции потерь позволяет повысить точность и разнообразие результатов, что способствует созданию качественных аналитических материалов. Такой подход способен значительно улучшить процесс работы исследователей, обеспечивая быстрый и удобный доступ к необходимой информации.

Основная часть

Архитектура системы

Предложенная система имеет многокомпонентное устройство, позволяющее эффективно осуществлять поиск, обработку и обобщение научной информации. Каждый из ее модулей выполняет специфическую задачу, и в совокупности они образуют единую функциональную платформу для работы с большими объемами текстовых данных.

Первым этапом работы системы является предварительная обработка информации, которая поступает на вход. Этот модуль занимается подготовкой данных для дальнейшего анализа. В процессе обработки текст очищается от лишних символов, ненужных тегов, метаданных и других элементов, не имеющих отношения к содержанию. Затем текст разбивается на отдельные слова или фразы (токенизация), что позволяет системе работать с более мелкими и удобными для анализа единицами. После этого данные нормализуются, то есть слова приводятся к их базовой форме, что исключает влияние различных грамматических форм. Также удаляются стоп-слова – наиболее часто встречающиеся, но незначительные для анализа, такие как предлоги или союзы.

Вторым важным элементом системы является модуль поиска релевантных документов. Он отвечает за нахождение публикаций, соответствующих запросу пользователя. Для этого применяются современные подходы, такие как преобразование текста в числовые векторы с использованием эмбеddингов. Это позволяет системе анализировать тексты на уровне их смыслового содержания. Кроме того, используются алгоритмы ранжирования, включая BM25 и нейронные модели, которые выделяют наиболее подходящие результаты [1]. Для обработки сложных и контекстуальных запросов задействованы трансформеры, например, такие как BERT или GPT, способные учитывать смысловые связи и контекст.

После того как система находит подходящие документы, они попадают в модуль анализа текста. Этот компонент выполняет углубленный анализ содержимого публикаций. Его ключевая задача – выделение основных идей и тем из текста. Для этого используются передовые технологии, такие как сверточные нейронные сети и трансформеры, которые хорошо

справляются с анализом больших объемов данных и выделением ключевых аспектов. Также модуль позволяет выявлять взаимосвязи между различными публикациями, что помогает систематизировать данные и лучше понимать их взаимное влияние. Кроме того, информация классифицируется по темам или категориям, что упрощает ее последующее использование.

Модуль синтеза информации выполняет важную роль в создании итогового материала. Он генерирует связный текст, объединяющий ключевые аспекты из нескольких источников. Этот процесс осуществляется с использованием современных моделей на базе трансформеров, таких как GPT или T5, которые способны создавать качественные тексты, понятные пользователю. Для повышения качества итогового материала используется комбинированная функция потерь, которая позволяет учитывать такие параметры, как логичность, релевантность и разнообразие. Помимо этого, модуль организует данные в удобной для восприятия форме, разделяя их на тематические блоки, составляя таблицы или визуализируя информацию с помощью графиков.

Для обеспечения удобства использования системы предусмотрен модуль взаимодействия с пользователем. Он предоставляет интуитивно понятный интерфейс, который позволяет формулировать запросы различной сложности, от простых до многослойных. Пользователь может задавать дополнительные параметры поиска, такие как временные рамки, ключевые слова или тип интересующих его публикаций, чтобы получить наиболее точные результаты. Также данный модуль помогает визуализировать данные, представляя их в удобном графическом или табличном формате, что значительно упрощает их анализ.

Хранение данных в системе обеспечивается за счет специализированной инфраструктуры. В основе лежат базы данных, предназначенные для хранения текстов публикаций, их метаданных и результатов анализа. Для повышения скорости работы применяются технологии кэширования, которые позволяют быстро обрабатывать повторяющиеся запросы. Интеграция с облачными платформами обеспечивает масштабируемость системы, что особенно важно при необходимости работы с большими объемами информации.

Заключительным элементом архитектуры является модуль обучения и оптимизации. Этот компонент позволяет системе совершенствоваться и адаптироваться к новым вызовам. Он отвечает за регулярное обновление моделей на основе новых данных, что помогает поддерживать актуальность и точность анализа. Также данный модуль занимается тонкой настройкой параметров системы, чтобы она могла эффективно справляться с различными задачами.

Семантический поиск

Семантический поиск представляет собой один из ключевых компонентов системы, предназначенный для поиска релевантных документов, которые наиболее точно соответствуют запросу пользователя. Его основная задача заключается в том, чтобы не просто находить совпадения ключевых слов, но и анализировать глубинное смысловое содержание запроса и документов. Такой подход позволяет системе понимать контекст, синонимы, скрытые связи и концепты, что делает поиск более точным и эффективным.

Первым этапом семантического поиска является обработка пользовательского запроса. Когда пользователь вводит запрос, система начинает с его анализа, разбивая текст на отдельные составляющие, такие как слова или фразы. Этот процесс называется токенизацией. После этого выполняется нормализация текста, которая включает приведение слов к их начальной форме (например, слово «лечения» преобразуется в «лечение»). Это позволяет системе обрабатывать запросы, не завися от грамматических форм слов.

После обработки текста запрос преобразуется в числовое представление с использованием эмбедингов. Эмбединги – это векторные представления слов или целых предложений, которые отражают их смысл. Слова или фразы, близкие по значению, получают схожие векторы, что позволяет системе анализировать их семантическое сходство. Для создания этих представлений применяются такие методы, как Word2Vec, GloVe и трансформеры, например, BERT или Sentence-BERT. Эти технологии позволяют учитывать не только значения отдельных слов, но и их контекст, что особенно важно для сложных запросов.

Параллельно с этим происходит индексирование документов, хранящихся в базе данных системы [2]. На этом этапе текст каждого документа также разбивается на отдельные составляющие, для которых создаются векторные представления. Эти векторы сохраняются в специальных структурах данных, таких как векторные базы (например, FAISS или Milvus), которые оптимизированы для быстрого поиска по векторным пространствам.

Когда запрос пользователя преобразован в вектор, система выполняет его сравнение с векторами документов в базе данных. Для этого используются специальные математические метрики, такие как косинусное сходство или евклидово расстояние, которые позволяют определить степень схожести между векторами. Чем ближе вектор документа к вектору запроса, тем выше его релевантность.

После того как система определяет список релевантных документов, она выполняет их ранжирование, чтобы наиболее подходящие результаты отображались первыми. Для ранжирования могут использоваться как традиционные алгоритмы, такие как BM25, так и более сложные нейронные модели. Эти методы оценивают релевантность документов, учитывая множество факторов: частоту появления ключевых слов, длину текста, авторитетность источника, дату публикации и другие параметры.

Важной особенностью семантического поиска является возможность учитывать дополнительные фильтры, которые задаёт пользователь. Например, можно указать временные рамки, тип публикации (научная статья, патент, рецензия) или уровень цитируемости источника. Это позволяет сделать результаты более точными и соответствующими конкретным требованиям пользователя.

После предоставления результатов система может анализировать поведение пользователя, чтобы улучшать свои алгоритмы. Например, если пользователь выбирает определённые документы из списка или корректирует запрос, система использует эти данные для дообучения своих моделей. Это позволяет ей лучше понимать запросы в будущем и предоставлять ещё более релевантные результаты.

Автоматическая генерация обзоров

Модуль создания обзоров объединяет найденные документы в целостную и упорядоченную статью. Он выполняет суммирование, выделяя ключевые выводы с использованием экстрактивных и абстрактных подходов, структурирует контент, распределяя информацию по заранее определённым разделам, таким как введение, методология, результаты и обсуждение, а также формирует текст, применяя трансформерные модели, например, GPT, для написания связного и содержательно точного материала [3].

Механизмы оптимизации

Для обеспечения качества результата система использует комбинированную функцию потерь, которая балансирует между релевантностью и разнообразием:

1. Потери релевантности: максимизируют семантическое сходство между запросом и найденными документами.
2. Потери разнообразия: минимизируют избыточность, обеспечивая тематическое разнообразие результата.

Экспериментальная установка

В рамках эксперимента была проведена оценка производительности предложенной системы на основе научных статей из различных областей (компьютерные науки, медицина, биология). Датасет включал 500 статей, разделённых на обучающую, валидационную и тестовую выборки в соотношении 70:15:15. Для оценки использовались следующие метрики:

1. Precision@k – доля релевантных документов среди первых [k] найденных результатов:

$$\text{Precision@k} = \frac{\text{Количество релевантных документов в Топ-k}}{k}. \#(1)$$

2. Recall@k – полнота извлечения релевантных документов:

$$\text{Recall@k} = \frac{\text{Количество релевантных документов в Топ-k}}{\text{Общее количество релевантных документов}}. \#(2)$$

3. Diversity – разнообразие найденных документов, минимизирующее избыточность:

$$\text{Diversity} = \frac{1}{|D| \cdot (|D| - 1)} \sum_{i \in D} \sum_{j \in D, j \neq i} (1 - \cos(\theta_{ij})), \#(3)$$

где $\cos(\theta_{ij})$ – косинусное сходство между эмбедами документов i и j .

4. Читаемость текста FRE – оценка связности сгенерированного текста:

$$\text{FRE} = 206.835 - 1.015 \cdot \frac{\text{Общее количество слов}}{\text{Общее количество предложений}} - 84.6 \cdot \frac{\text{Общее количество слогов}}{\text{Общее количество слов}}. \#(4)$$

Для сравнения использовались методы TF-IDF, BM25, BERT-based Retrieval и предложенная система. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Метрика	TF-IDF	BM25	BERT-based Retrieval	Proposed System
Precision@5	0.62	0.68	0.83	0.91
Recall@5	0.45	0.52	0.78	0.88
Diversity	0.71	0.75	0.85	0.92
FRE (Readability)	54.3	56.8	72.1	78.5

Результаты показывают, что предложенная система превосходит традиционные методы (TF-IDF и BM25) и BERT-based Retrieval по всем метрикам. Это обусловлено использованием современных трансформеров для семантического поиска и генерации текста, а также механизмов оптимизации, которые повышают разнообразие и качество сгенерированных обзоров.

Заключение

Современный научный мир сталкивается с постоянным увеличением объема информации, что создает значительные трудности для исследователей в поиске и обработке данных. В условиях, когда ежегодно публикуются миллионы научных статей, традиционные методы анализа становятся малоэффективными, и возникает необходимость в разработке интеллектуальных систем, которые смогут автоматизировать процесс поиска и синтеза знаний. Такие системы не только облегчают доступ к релевантной информации, но и позволяют значительно экономить время, необходимое для анализа больших объемов данных.

В данной работе была представлена инновационная система, основанная на современных методах обработки естественного языка, таких как эмбединги, сверточные нейронные сети и трансформеры. Эти технологии позволяют эффективно анализировать текстовые данные, извлекать ключевую информацию и представлять её в структурированном виде. Важным аспектом предложенного подхода является использование комбинированной функции потерь, которая позволяет улучшить качество и разнообразие генерируемых обзорных материалов.

Предложенная система имеет значительный потенциал для применения в различных научных областях, где требуется быстрая обработка и анализ большого количества публикаций. Она может стать мощным инструментом для исследователей, помогая им сосредоточиться на ключевых аспектах их работы, минимизируя затраты времени на рутинные задачи. В дальнейшем развитие подобных систем и их адаптация к различным областям знаний могут привести к созданию новых стандартов в обработке научной информации и способствовать ускорению научного прогресса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воронцов, А. Ю. Текстовый поиск и ранжирование с использованием алгоритмов BM25 и нейронных сетей / А. Ю. Воронцов, М. В. Гончаров // Компьютерные исследования и моделирование. – 2021. – Т. 13, №4. – С. 789–804. DOI: 10.20537/2076-7633-2021-13-4-789-804.

2. Колот, А. В. Анализ методов проектирования и разработки vt экскурсии / А. В. Колот, А. Н. Петрова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. – С. 325-328. – EDN YCYQIG.
3. Шилина, А. Д. Потенциал использования искусственного интеллекта в образовании / А. Д. Шилина, А. Н. Петрова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11–12 декабря 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 396-400. – EDN HZCAHK.

УДК 004.8

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Tszin Yulia Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственных университет

Polyakov Vitaly Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ДАННЫМИ THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DATA MANAGEMENT

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию роли искусственного интеллекта (ИИ) и его применение в управлении данными. Рассматриваются его развитие и его практическое использование в управлении моделями данных и метаданных, влиянии на качество данных, а также его отношение к безопасности данных и его участие в других звеньях управления данными. Также в данной работе рассматривается взаимосвязь ИИ и больших данных, их взаимодействие и влияние друг на друга, а также на последующее развитие обеих областей технической науки.

Abstract. This work is devoted to the study of the role of artificial intelligence (AI) and its application in data management. Its development and its practical use in the management of data and metadata models, the impact on the quality of data, as well as its attitude to data security and its participation in other links of data management are considered. Also, in this work, the relationship of AI and big data, their interaction and influence on each other, as well as the subsequent development of both areas of technical science are considered.

Ключевые слова: искусственный интеллект, технологии, управление, данные, развитие, безопасность.

Key words: artificial intelligence, technology, management, data, development, security.

Введение

С развитием больших данных, облачных вычислений и алгоритмов рост использования ИИ, начавшийся несколько лет назад, продолжается и сегодня [1]. ИИ широко используется в различных отраслях и сферах деятельности, он становится ведущей технологией в новой научно-технической революции [2]. В то же время усложнился и сам процесс управления данными, в связи с ростом их объёма и разнообразия. Таким образом, данный процесс стал одним из ключевых направлений работы организаций [3].

Результат управления данных – это подготовка больших данных для ИИ. Следовательно, существует взаимодополняющая связь между развитием ИИ и управлением данными

[4]. Таким образом управление данными формирует основу для ИИ, но в то же время ИИ позволяет оптимизировать сами процессы управления данными.

Кроме того, значимым направлением стало обеспечение безопасности данных. Постоянный рост объема информации делает защиту от несанкционированного доступа и утечек крайне важной задачей [5]. В этом аспекте ИИ активно используется для анализа, классификации и контроля качества данных, что позволяет не только эффективнее управлять информацией, но и повышать уровень её защиты.

Актуальность темы исследования заключается в том, что вместе с ростом масштабов использования ИИ стремительно увеличиваются объемы данных, усложняются процессы их хранения, анализа и защиты. Процесс управления данными становится самостоятельным направлением, от которого напрямую зависит работа ИИ.

Степень разработанности темы определяется большим количеством работ и исследований, среди которых особое внимание уделяется автоматизации процессов. Однако, несмотря на существующие исследования, вопрос целостности и достоверности данных остается нерешенным, что требует дальнейшего изучения данной темы [3].

Цель данной работы заключается в анализе взаимосвязи между развитием ИИ и систем управления данными, а также в определении роли ИИ в автоматизации данных процессов.

Основная часть

С развитием ИИ в сфере мобильного Интернета и умных домов, его применение продолжает стремительно увеличиваться повсеместно. ИИ охватывает множество направлений: от платформ обработки и хранения данных, а также интеллектуального анализа данных, до таких технологий, как распознавание речи, обработка естественного языка, компьютерное зрение и биометрия [1].

На прикладном уровне ИИ используется еще шире: в автономном транспорте, умных домах, финансовых технологиях, медицине, маркетинге, а также в интеллектуальном образовании и умном сельском хозяйстве [4].

С ростом качества взаимодействия человека и компьютера быстро появляются новые продукты в данных областях. Самый распространенный пример, существующий на сегодняшний день почти в каждом доме – умные колонки.

Одновременно с развитием базовых технологий с использованием ИИ, развиваются и более значимые технологии – медицина, производство, а также и финансовая сфера.

С расширением применения больших данных в различных сферах, их значение, как значение ключевого ресурса, становится всё более важным [3]. Вопросы стандартизации и верификации данных, обеспечение их качества и безопасности, защиты конфиденциальности, контроля их передачи, а также обмена и открытости привлекают всё больше внимания со стороны государства и отдельных компаний. Именно поэтому концепция управления данными постоянно выходит на первый план и становится одной из центральных тенденций в современной экосистеме больших данных [3].

Большие данные – это массивы информации, которые постоянно обновляются и обрабатываются. Процесс управления данными обеспечивает стандартизированную модель их представления. Современные формы ИИ невозможно создать без работы с большими объемами данных, поэтому они неразрывно связаны с управлением данными [5].

Модель данных является основой процесса управления данными. Полная, масштабируемая и стабильная модель позволяет наглядно выразить взаимосвязь информации с различными объектами внутри организаций. Модели включают концептуальные, логические и физические уровни. Концептуальная модель, аналогичная ER-диаграмме, отражает взаимосвязь объектов и служит переходным этапом к компьютерной модели.

ИИ позволяет интегрировать концептуальные модели с компьютерными, создавая графы знаний, в которых представлены объекты, их атрибуты и связи между ними.

Метаданные – это информация, которая описывает характеристики информационного объекта и его взаимосвязь с другими объектами. Качество метаданных играет значимую роль – они служат индексом данных, помогая разобраться в сложных массивах информации и управлять их миграцией и интеграцией. В данном случае ИИ выступает не в роли «менеджера», а в роли инструмента, который поддерживает и повышает качество метаданных.

Основные данные представляют собой информацию, которая относится к ключевым единицам предприятия. Это базовые сведения, которые используются совместно всеми подразделениями и системами предприятия, а также многократно применяются в различных процессах и обеспечивают информационную освещенность [5]. Однако нередко появляется проблема необходимости выделения ключевых данных из огромного массива информации, а также выработки единых стандартов для работы с ними.

Одной из ключевых проблем работы с основными данными является необходимость в сопоставлении и объединении одинаковых элементов, которые присутствуют в разных системах. Применение методов машинного обучения и обработки естественного языка позволяет формировать более точные правила для выявления дубликатов и установления связей между данными [2].

Качество данных является основой для их применения. ИИ определяет правила преобразования и параметры оценки качества. Идеальная модель – удаление «плохих» данных еще на этапе отбора информации из источника, однако в реальности это неосуществимо. Во-первых, потому что источников данных довольно много и трудно контролировать качество данных из того или иного источника. Во-вторых, потому что стоимость соблюдения стандартов качества непосредственно из источника данных слишком велика. Методы машинного обучения (классификация, работа с функциями) позволяют повысить точность оценки и очистки данных.

В зависимости от изменения объема данных и задач их использования контролируемое обучение и глубокий анализ данных помогают динамически корректировать правила обработки и планы по улучшению качества данных, оценивая эффект очистки данных и их качество.

Безопасность данных – это состояние защиты информации или информационных систем от несанкционированного доступа, незаконного использования, раскрытия, уничтожения, модификации или повреждения. Управление безопасностью данных – это не просто отдельный инструмент или решение, а целый комплекс мер, основанный на определенной стратегии безопасности и управления рисками. Оно охватывает большую сферу: от систем управления до внедрения технологий на прикладном уровне. Поэтому управление безопасностью данных является важным прикладным направлением в области искусственного интеллекта во всем процессе управления данными [4].

ИИ способствует совершенствованию системы безопасности. Используя ИИ механизмы – сбор и очистку данных, интеллектуальный анализ, машинное обучение и когнитивные технологии – можно существенно повысить эффективность защиты информации и ускорить развитие систем обеспечения безопасности данных [4].

Использование технологий машинного обучения, обработки естественного языка, кластеризации и текстовой классификации позволяет точно распределять данные по категориям в реальном времени [2]. Классификация данных является ключевым элементом управления их безопасностью. Например, применение таких механизмов значительно повысило уровень защиты в таких областях, как:

- фильтрация содержимого электронной почты;
- управление конфиденциальными документами;
- анализ разведданных;
- предотвращение утечек информации.

Современная модель управления данными в основном носит качественный характер. Использование ИИ позволяет усовершенствовать её развитие с двух сторон. Во-первых, это

объединение практического использования системы управления данными с теоретическими основами данного направления. Во-вторых, это переход к количественной оценке уровня точности с помощью гибких правил многомерного анализа данных [3]. Такой подход дает возможность формировать более детализированные планы внедрения, повышающие эффективность процессов управления данными.

Заключение

Искусственный интеллект играет ключевую роль в повышении уровня управления данными и становится значимой тенденцией его развития. В будущем снижение порога входа в сферу управления данными за счет использования ИИ станет важным направлением технической эволюции.

Необходимо повышать удобство использования инструментов управления данными, внедряя искусственный интеллект, чтобы ими могли пользоваться сотрудники, не являющиеся профессионалами в данной сфере. Применение технологий ИИ значительно упростит работу с данными и повысит эффективность управления ими.

В ходе проведения данной работы была рассмотрена взаимосвязь между развитием ИИ и систем управления данными. Было выявлено, что именно управление данными формирует основу для эффективной работы моделей ИИ, обеспечивая их структурированной и достоверной информацией. Одновременно с этим, было доказано, что применение ИИ в данной области также способствует улучшению процессов обработки, анализа и защиты данных.

Авторами было выявлено, что взаимодействие двух сфер – ИИ и управления данными – способствует повышению качества и безопасности информационных ресурсов. Кроме того, было установлено, что ИИ является ключевым элементом в автоматизации процессов управления данными.

Таким образом, в данной работе было выявлено, что ИИ не только использует какие-либо данные, но и способствует повышению их качества. Полученные результаты подтверждают то, что последующее развитие ИИ напрямую связано с повышением эффективности процессов управления данными, что открывает новые возможности для формирования более сложных моделей ИИ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Евсеев, В. И. Информация, кибернетика, искусственный интеллект: История и Современность: учеб. пособие / В. И. Евсеев. – Санкт-Петербург : Art. Express, 2022. – 136 с.
2. Ченченко, М. Г. Искусственный интеллект: возможности и риски / М. Г. Ченченко, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 467-469. – EDN LFLKKQ.
3. Китчин, Р. Революция данных: большие данные, открытые данные, инфраструктуры и их последствия / Р. Китчин. – Лондон : SAGE Publications, 2014. – 15-27 с.
4. Обласов, А. А. Внедрение баз данных в искусственный интеллект / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 96-8. – С. 157-159. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-437. – EDN NMVLFT.
5. Кузнецова, А. В. Искусственный интеллект и информационная безопасность общества / А. В. Кузнецова. – Москва : Издательство «Русайнс», 2017. – 118 с. – ISBN 978-5-4365-1558-8. – EDN YJYWGT.

УДК 004.8

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственных университет
Polyakov Vitaly Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗВИТИЕ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Аннотация. Данная работа представляет собой исследование сути и различных подходов к применению искусственного интеллекта (ИИ) в современном техническом мире. Рассматриваются различные технические направления – от обработки естественного языка до методов машинного обучения, а также их взаимосвязь. Данная работа оценивает перспективы развития ИИ с учетом постоянно меняющихся тенденций в техническом сообществе, а также рассматривает как положительные, так и отрицательные возможные последствия для развития данной области. Исследование указывает на необходимость осознанного и ответственного подхода к дальнейшему развитию этой инновационной технологии.

Abstract. This work is a study of the essence and different approaches to the application of artificial intelligence (AI) in the modern technical world. Various technical areas are considered, from natural language processing to machine learning methods, as well as their interrelationships. This work evaluates the prospects for the development of AI, considering constantly changing trends in the technical community, and also considers both positive and negative possible consequences for the development of this field. The study points to the need for a conscious and responsible approach to the further development of this innovative technology.

Ключевые слова: искусственный интеллект, технологии, сотрудничество, глубокое обучение, развитие.

Key words: artificial intelligence, technology, collaboration, deep learning, development.

Введение

На сегодняшний день можно утверждать, что любое развитие процессов, проектов и разработок систем не обходится без компьютерной техники и цифровых технологий [1]. Они применяются для анализа, управления, прогнозирования, а также исследования различных объектов и явлений. Это касается практически всех сфер развития: социальной, научно-технической, промышленной, образовательной, а также военной.

Актуальность темы заключается в том, что с каждым годом ИИ всё больше внедряется в повседневную жизнь человека, а также становится неотъемлемой частью технического прогресса [2]. Темпы такого развития увеличились с наступлением XXI века в связи с бурным развитием науки, вычислительных мощностей компьютеров и серверов, а также с появлением более сложных алгоритмов, применяющихся в данных сферах деятельности. Всё это ведет к увеличению объема, а также расширению круга решаемых человеком задач, что приводит к появлению проблем с взаимодействием человека и ЭВМ, а также к возникновению вопросов о безопасности, надежности и этичности его применения [3].

Степень разработанности темы определяется большим количеством работ и исследований, посвященных вопросам развития языковых и визуальных моделей.

Цель работы заключается в анализе современного этапа развития ИИ, изучении основных сфер его применения, а также рассмотрении возникающих проблем.

Современные ЭВМ не вытесняют человека из процесса анализа или исследования. Наоборот, ЭВМ является инструментом, предлагающим более быстрые и менее ресурсоемкие способы решения тех или иных задач и проблем. За человеком же остается самая главная

часть проблемы – интеллектуальная. Именно он может принять окончательное решение [2]. Именно так следует понимать современное развитие компьютерных технологий. Это касается и искусственного интеллекта, как одного из самых перспективных направлений развития технической науки.

Основная часть

Не существует единого ответа на вопрос, чем занимается ИИ. В настоящее время он используется почти повсеместно, что непременно сказывается на результатах работы человека, так как понятия естественного и искусственного интеллектов различаются. Искусственный интеллект не может достичь тех аспектов, которым обладает человеческий, однако на данный момент он преобладает в технических сферах, заменяя человека [4].

Техническое применение ИИ заключается в следующих основных аспектах:

- обработка естественного языка (включая распознавание речи и семантики, автоматический перевод);
- компьютерное зрение (распознавание образов);
- предоставление знаний, автоматическое рассуждение (включая планирование и принятие решений);
- машинное обучение и робототехника [2].

Таким образом, ИИ работает по следующему алгоритму: компьютер получает информацию о восприятии аудио и видео посредством распознавания речи, изображений, чтения базы знаний, взаимодействия человека и компьютера, физического восприятия и т.д. А затем извлекает данные, чтобы создать свой «мозг», способный принимать решения и применять творческие способности [2].

Алгоритмы глубокого обучения нейронных сетей – это самое важное условие для прогресса ИИ, а также самая продвинутая и наиболее широко используемая базовая технология [1]. Эффективный алгоритм постепенного обучения нейронных сетей, позволил обучать модели ещё в 2006 году. В то же время отличные результаты экспериментов привлекли больше внимания к этой проблеме. Постоянно предлагались различные модели алгоритмов и нейронных сетей, таких как «глубокая сеть доверия» (от англ. deep belief network, DBN), «разреженное кодирование», «рекурсивные нейронные сети», «сверточная нейронная сеть» (от англ. convolutional neural network, CNN).

Сообщество ИИ, традиционно основанное на культуре сотрудничества и открытого доступа, в настоящее время претерпевает серьезные преобразования. Исторически мировое сообщество исследователей стремилось к совместной работе для достижения общих целей. Однако сейчас тенденции меняются [4].

Два гиганта в области ИИ, OpenAI (американская научно-исследовательская организация) и Meta AI (запрещена в РФ), заняли совершенно разные позиции по вопросу открытости исходного кода. Одна сторона – OpenAI – начала высказывать сомнения по данному поводу. Это можно объяснить коммерческими интересами, а также опасениями в связи с возможным потенциальным злоупотреблением ИИ. Однако Meta AI до сих пор придерживается более открытого подхода, несмотря на опасения, связанные с серией модели LLM – «Большой языковой модели».

Такое развитие сообщества не может не оказывать сильное влияние на исследования в области искусственного интеллекта. Более закрытый подход ограничивает доступ к новейшим исследованиям и инструментам, уменьшая количество возможных инноваций. Однако неограниченный доступ тоже может привести к некоторым проблемам, связанным с безопасностью, а также открыть доступ к созданию мощных вредоносных приложений, работающих на базе искусственного интеллекта.

Несмотря на бурное развитие в области искусственного интеллекта, сообщество разработчиков продолжает сталкиваться с огромными проблемами, особенно при анализе самых современных моделей. В условиях постоянного роста сложности и функциональности моделей ИИ традиционные показатели оценки и контрольные показатели часто не соответствуют предъявляемым требованиям.

Главная проблема искусственного интеллекта – его надежность [5]. Конечно, имеются модели, которые неплохо работают в средах под контролем, однако их производительность может повышаться или снижаться в различных условиях или при воздействии непредвиденных факторов. Такая непостоянность может быть связана с рисками, особенно когда ИИ является частью важных систем, поэтому сбои в нем могут привести к серьезным последствиям.

Еще одним риском является его способность к изучению мира и принятию решений, которые могут оказаться некорректными. В некоторых случаях, ИИ может принимать решения, основываясь на неверных выводах и информации, которая не является полностью точной и достоверной [5].

Также существует риск, связанный с уязвимостью данных, которые использует ИИ в своей работе. Чтобы обучить какую-либо модель ИИ необходимо большое количество данных. Однако они должны быть достаточно защищены, иначе присутствует риск того, что они могут быть искажены или удалены, что скажется на работе всего ИИ [5].

Кроме того, существуют социальные и этические проблемы в отношении ИИ. Связано это с тем, что ИИ – это результат работы человека, поэтому существует вероятность, что данные, используемые для обучения ИИ, могут быть искажены в связи с личными взглядами человека или команды разработки. В результате обучения на таких данных ИИ будет повторять те же «ошибки».

В последние годы всё чаще проявляется новая социальная проблема, связанная с развитием ИИ. В связи с быстрым обучением, ИИ способен заменять человеческий труд практически в любой сфере, что приводит к многочисленным увольнениям сотрудников из-за автоматизации процессов [3].

Заключение

В ходе данной работы были изучены и рассмотрены основные направления развития искусственного интеллекта, его техническое применение, а также влияние на техническую сферу. Также было выявлено, что ИИ становится неотъемлемой частью большинства сфер человеческой деятельности – от научных исследований до промышленных систем.

Авторами были проанализированы основные сферы работы ИИ, включая обработку естественного языка, компьютерное зрение и робототехнику.

Таким образом, в результате проведенного исследования было доказано, что эффективность систем ИИ зависит от качества управления ими. Сейчас разнообразие моделей ИИ приводит к тому, что возникает необходимость в разработке более строгих, всесторонних и надежных методов оценки, способных учитывать не только производительность модели, но и ее эластичность, этические аспекты и потенциальные отклонения. Иначе недостаточная оценка моделей может привести к различным проблемам, изученным в данной работе.

Предстоящий путь развития искусственного интеллекта наполнен надеждой, но требует совместных усилий исследователей, разработчиков, пользователей и политиков. Работа сообща становится критически важной для обеспечения безопасной и ответственной реализации потенциала искусственного интеллекта в обществе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Евсеев, В. И. Информация, кибернетика, искусственный интеллект: История и Современность: учебное пособие / В.И. Евсеев. – Санкт-Петербург : Art. Express, 2022. – 136 с.
2. Евсеев, В. И. Искусственный интеллект в современном мире: надежды и опасности создания и использования / В. И. Евсеев // Аэрокосмическая техника и технологии. – 2023. – Т. 1, № 1. – С. 16-34. – EDN BFCYAZ.
3. Кузнецова, А. В. Искусственный интеллект и информационная безопасность общества / А. В. Кузнецова. – Москва : Издательство «Русайнс», 2017. – 118 с. – ISBN 978-5-4365-1558-8. – EDN YJYWGT.
4. Ченченко, М. Г. Искусственный интеллект: возможности и риски / М. Г. Ченченко, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учё-

ных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 467-469. – EDN LFLKKQ.

5. Душкин, Е. П. Проблемы искусственного интеллекта / Е. П. Душкин, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.), А.В. Космынин (зам. отв. ред.). Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 193-195. – EDN QFDNZK.

УДК 004.8

Цзин Юлия Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Tszin Yulia Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Поляков Виталий Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственных университет
Polyakov Vitaliy Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Alexandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АКАДЕМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ACADEMIC RESEARCH

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию роли искусственного интеллекта (ИИ) в области академических исследований и образовании. Рассматриваются основные применения ИИ – от анализа больших данных и автоматизации рутинных задач до создания обучающих систем и упрощении процесса разработки. Особое внимание в данной работе уделено этическому вопросу использования ИИ в данной сфере. Работа подчеркивает потенциал ИИ в ускорении научных исследований и повышении их качества. Также отмечается необходимость ответственного подхода к использованию ИИ.

Abstract. This work is devoted to the study of the role of artificial intelligence (AI) in the field of academic research and education. The main applications of AI are considered – from analyzing big data and automating routine tasks to creating training systems and simplifying the development process. Particular attention in this work is paid to the ethical issue of using AI in this area. The work highlights the potential of AI to accelerate scientific research and improve its quality. The need for a responsible approach to the use of AI is also noted.

Ключевые слова: искусственный интеллект, технологии, сотрудничество, глубокое обучение, развитие.

Key words: artificial intelligence, technology, collaboration, deep learning, development.

Введение

В последние годы роли ИИ в академических исследованиях уделяется большое внимание [1]. Эта революционная технология, основанная на алгоритмах машинного обучения и анализе данных, преобразует область научных изысканий. Позволяя исследователям обрабатывать большие объемы данных, извлекать значимую информацию и автоматизировать повторяющиеся задачи, искусственный интеллект обладает потенциалом ускорять темпы научных открытий и повышать качество результатов исследований.

Современная наука характеризуется высокой конкуренцией, в такой среде ИИ становится действительно мощным инструментом, который способен вырабатывать более точные решения [2].

В условиях постоянного развития ИИ исследователи должны адаптироваться и принимать этот мощный инструмент, одновременно учитывая его ограничения и этические последствия [3]. Добиваясь баланса между автоматизацией и человеческой изобретательностью, ученые могут открывать новые возможности, продвигать научные знания и вносить свой вклад в раскрытие преобразующего потенциала ИИ в академической среде [1].

Актуальность темы исследования заключается в том, что применение ИИ в научной деятельности становится неотъемлемой частью современного научного процесса. Данный механизм не только ускоряет сам процесс исследования, но и расширяет возможности человека.

Степень разработанности работы определяется тем, что несмотря на большое количество исследований по данной теме, влияние ИИ на качество научных выводов и достоверность данных остаются недостаточно изученными.

Цель данной работы заключается в анализе влияния ИИ на академические исследования. Также в ходе исследования необходимо выявить преимущества и риски его применения.

Основная часть

Возможности искусственного интеллекта привели к серьёзным изменениям академической сферы, повлияв на способы проведения исследований [4]. Данная технология позволяет работать с большими массивами данных, находить в них взаимосвязи, а также автоматизировать трудоемкие процессы. В результате такая интеграция потенциально ускоряет сам цикл научных открытий, а также ведет к росту достоверности получаемых результатов.

Одним из ключевых способов применения ИИ в данной сфере является анализ данных. Алгоритмы позволяют быстро и эффективно обрабатывать большие массивы информации и выявлять закономерности, которые трудно обнаружить человеку [1].

Кроме того, ИИ меняет сам процесс исследований. Он может автоматически сканировать и извлекать соответствующую информацию из широкого спектра научных работ, чтобы помочь исследователям в обзоре литературы и обобщении знаний [2]. Это не только экономит время, но и обеспечивает понимание последних разработок в конкретной области.

Еще одной областью, где ИИ оказывает значительное влияние на академические круги, является сфера образования. Технологии, основанные на ИИ, используются для разработки интеллектуальных систем обучения, адаптивных обучающих платформ и персонализированных курсов [4]. Эти технологии позволяют анализировать модели обучения студентов и обеспечивать индивидуальную обратную связь, поддержку и ресурсы.

Кроме того, ИИ обладает потенциалом для расширения возможностей человека в академических кругах. Автоматизация рутинных задач освобождает время для более сложной когнитивной деятельности – генерации гипотез, критического анализа и разработки новых направлений исследований [1].

Сегодня ИИ нашел многочисленное применение в академических исследованиях по различным дисциплинам и сферам, таким как:

1. Анализ данных и распознавание образов. Алгоритмы ИИ могут анализировать большие массивы данных и сопоставлять их с уже имеющимися данными, автоматизируя данный процесс.

2. Обработка естественного языка (от англ. Natural Language Processing, NLP). Методы такой обработки дают возможность компьютерам генерировать и понимать человеческий язык. Исследователи используют NLP для анализа больших объемов текстовых данных, а также для извлечения информации из них. Такие методы находят применение в таких науках, как литература, лингвистика и прочие социальные науки.

3. Компьютерное зрение. Системы компьютерного зрения, использующие ИИ, могут обрабатывать графические данные, такие как изображения и видео. В данной сфере такой метод обработки информации используется для анализа медицинских изображений, спутниковых снимков, а также записей камер видеонаблюдения.

4. Открытие и разработка лекарств. Механизмы ИИ используются для ускорения процесса открытия лекарств путем прогнозирования свойств и взаимодействий каких-либо химических соединений.

1. Робототехника и автоматизация процессов. Роботы и автоматизированные системы, использующие ИИ, всё чаще используются для выполнения таких задач, как сбор данных и обработка образцов. Такие роботы могут работать круглосуточно, сокращая количество человеческих ошибок и повышая эффективность и скорость исследовательских процессов.

2. Имитация и моделирование. Методы ИИ, такие как машинное обучение и нейронные сети, могут использоваться для создания более сложных моделей и симуляций. Они используются для изучения и прогнозирования различных явлений в физике и химии.

3. Обработка и синтез знаний. Модели ИИ помогают в поиске и выделении определенной информации из большого количества уже существующих научных работ и других источников. Такой подход может выявить пробелы в исследованиях, а также сгруппировать общую информацию для будущих работ.

Тем не менее, использование ИИ в академических исследованиях связано с рядом проблем. Ниже приведены некоторые ключевые проблемы, связанные с ИИ:

1. Предвзятость данных. Системы ИИ обучаются на основе данных. Если данные обучения предвзяты или отражают социальные предубеждения, модель искусственного интеллекта сохранит эти предубеждения. Поэтому необходимо тщательно планировать и предвзятительно обрабатывать данные, чтобы уменьшить предвзятость в моделях ИИ.

2. Конфиденциальность и защита данных. Исследования в области ИИ часто включают обработку больших объемов данных, включая личную и конфиденциальную информацию. Необходимо обеспечить соответствие данных правилам конфиденциальности, а также получение согласия участников на их обработку.

3. Прозрачность и интерпретируемость. Некоторые алгоритмы ИИ, такие как модели глубокого обучения, можно считать «черными ящиками» – это затрудняет людям понимание и объяснение процесса принятия ими решений. Поэтому необходимо разрабатывать методы, объясняющие причины тех или иных результатов.

4. Повторяемость и надежность. Для обеспечения достоверности необходимо документировать модели, алгоритмы и наборы данных, а также избегать переобучения и предвзятых результатов.

5. Доступность технологий. Не все исследовательские учреждения имеют необходимые ресурсы и инфраструктуру для использования ИИ. Таким образом появляется неравенство в данной области, затрудняющее автоматизацию обработки информации и ускорение процесса исследования [5].

Однако, несмотря на существующие проблемы, развитие ИИ в данной сфере не останавливается. Методы машинного обучения продолжают совершенствоваться, особенно в области глубокого обучения. Такое развитие позволит ИИ делать более точные прогнозы.

Кроме того, развитие технологий обработки естественного языка приведет к появлению более совершенных инструментов для анализа научных текстов, а также автоматического перевода. Это совершенствование позволит развиваться и международному сотрудничеству в различных областях науки [5].

Заключение

Применение ИИ в науке может произвести революцию в области академических исследований и сфере образования, а также существенно повлиять на понимание мира.

Применение ИИ в данной области кардинально меняет процесс познания в нескольких планах, предоставляя возможность к следующему:

1. Междисциплинарное сотрудничество. ИИ помогает объединять исследователей из разных дисциплин для сотрудничества и достижения прорывных идей.

2. Ускорение процесса исследования. ИИ помогает в генерации гипотез, разработке экспериментов и анализе данных.

3. Рост креативности. ИИ может генерировать идеи, синтезировать информацию и расширять границы в таких областях, как искусство и дизайн.

4. Увеличение обмена знаниями. ИИ помогает в переводе на другие языки и рекомендации соответствующих исследовательских работ.

5. Автоматизация процессов. ИИ оптимизирует рабочие процессы, автоматизируя такие задачи, как сбор и анализ данных, ускоряя их и повышая эффективность самих исследований.

В ходе проведения данной работы была рассмотрена роль и влияние ИИ на академическую среду и научные исследования. Авторами было выявлено, что ИИ является не только инструментом автоматизации процесса исследования, но и ключевым фактором, повышающим качество и эффективность научной деятельности.

Таким образом, в данной работе было выявлено, что применение ИИ в академических исследованиях способствует развитию междисциплинарного сотрудничества, повышенной скорости проведения исследований, а также открытию широких перспектив для дальнейшего развития науки и образования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Евсеев, В. И. Информация, кибернетика, искусственный интеллект: История и Современность: учеб. пособие / В. И. Евсеев. – Санкт-Петербург : Art. Express, 2022 – 136 с.
2. Понеровский, Р. Искусственный интеллект как инструмент научного исследования (на примере проблемы устойчивости регионов) / Р. Понеровский, Е. А. Мидлер // Управление бизнесом в цифровой экономике : седьмая международная конференция, Санкт-Петербург, 21–22 марта 2024 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет, 2024. – С. 370-373. – EDN FXDEAZ.
3. Кулагина, Л. В. Искусственный интеллект - трансформирующий фактор высшего образования и научных исследований / Л. В. Кулагина // Инновации в образовании. – 2025. – № 2. – С. 91-100. – EDN HAINGW.
4. Темерева, Д. К. Роль систем искусственного интеллекта в научных исследованиях / Д. К. Темерева // Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2024) : Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 19 июня 2024 года. – Москва : Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 222-225. – EDN VFCSFP.
5. Борисовская, Н. Е. Философские проблемы искусственного интеллекта в современных научных исследованиях / Н. Е. Борисовская // Наука. Технологии. Инновации : Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых, Новосибирск, 02–06 декабря 2014 года. Том 1, Часть 9. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. – С. 117. – EDN UPRGFL.

УДК 004.39

Чуяков Антон Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Chuyakov Anton Andreevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Тимофеев Георгий Андреевич, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timofeev Georgy Andreevich, senior lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИБЛИОТЕК МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПОДСЧЕТА БИГ-БЭГОВ С ТОРФОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ COMPARISON OF MODERN COMPUTER VISION LIBRARIES FOR THE ANALYSIS AND COUNTING OF BIG BAGS WITH PEAT AT AN ENTERPRISE USING VIDEO SURVEILLANCE

Аннотация. В этой работе разбирается несколько популярных библиотек машинного зрения, которые помогают автоматически считать и анализировать биг-бэги с торфом прямо по видео с производства. Авторы посмотрели на открытые инструменты вроде OpenCV, Ultralytics YOLO и PyTorch с его модулем torchvision. Главный акцент на том, что они умеют, как работают на разных устройствах, плюс их плюсы и минусы в реальной работе. Важно отметить, что такие технологии упрощают жизнь на заводе: они автоматизируют подсчет, связывают камеры с базами учета и делают все быстрее и точнее, особенно в торфяной отрасли.

Abstract. This paper examines several popular machine vision libraries that help automatically count and analyze peat big bags directly from live production footage. The authors examined open-

source tools such as OpenCV, Ultralytics YOLO, and PyTorch with its torchvision module. The focus is on their capabilities, how they work on different devices, and their pros and cons in real-world use. Importantly, these technologies simplify life at the plant: they automate counting, link cameras to inventory databases, and make everything faster and more accurate, especially in the peat industry.

Ключевые слова: машинное зрение, библиотеки, подсчет объектов, биг-бэги, торф, видеозапись.
Keywords: computer vision, libraries, object counting, big bags, peat, video recording.

Введение

Современные технологии автоматизации производства играют ключевую роль в повышении эффективности работы различных отраслей, в том числе торфяной промышленности. Одной из самых трудоёмких задач на таких предприятиях остаётся учёт продукции, особенно подсчёт биг-бэгов – больших мешков, заполненных торфом для хранения и транспортировки. Раньше такие операции выполнялись вручную или с использованием простых датчиков, что часто приводило к ошибкам, задержкам в логистике и лишним затратам. В этой ситуации машинное зрение становится перспективным инструментом, который может обеспечить точный учёт, автоматизацию процессов и удобную интеграцию с цифровыми системами.

Цель этой работы – сравнить три популярные открытые библиотеки машинного зрения: OpenCV, Ultralytics YOLO и PyTorch (вместе с torchvision) с точки зрения их эффективности для задачи обнаружения и подсчёта биг-бэгов на производственных видео. Каждая из этих технологий предлагает свои подходы к обработке изображений и видео, имеет свои плюсы и минусы, поэтому выбор подходящего инструмента для конкретной задачи особенно важен.

Основная часть

Что такое машинное зрение и для чего используется

Машинное зрение – это часть искусственного интеллекта которая учит компьютеры «видеть» и понимать картинки или видео, как мы. Для подсчета биг-бэгов с торфом обычно все идет по двум шагам: сначала система находит мешки на кадре, а потом считает их, отслеживая движение, чтобы не запутаться с повторениями. С появлением нейросетей эти системы стали точнее и быстрее, и теперь их ставят на конвейеры в самых разных отраслях, включая торфяную. На практике это значит меньше простоев и лучше контроль за материалами [1].

Открытые библиотеки для задач зрения

Все три библиотеки, о которых пойдет речь, бесплатные и с открытым кодом – идеально для компаний, которые не хотят тратиться на коммерцию [2]. Каждая по-своему хороша:

1. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) – это одна из самых популярных и широко используемых библиотек компьютерного зрения. Она распространяется с открытым исходным кодом и поддерживает работу на Python, C++, Java и других языках. Изначально библиотека была разработана компанией Intel, а сегодня активно поддерживается сообществом разработчиков и применяется как в научных исследованиях, так и в промышленности. Функциональные возможности OpenCV включают захват и обработку изображений и видео с камер и файлов, базовую обработку изображений (фильтрация, бинаризация, морфологические операции), обнаружение и выделение контуров. Также библиотека поддерживает вычисление оптического потока, что позволяет отслеживать движение точек и объектов между кадрами.

Для решения задач трекинга в OpenCV реализованы встроенные алгоритмы отслеживания объектов, такие как KCF, MIL, CSRT, MOSSE и GOTURN. Кроме того, библиотека обеспечивает интеграцию с современными нейросетевыми методами за счёт модуля DNN, что позволяет запускать популярные модели, например, YOLO, SSD или Faster R-CNN. Важным преимуществом является совместимость OpenCV с другими библиотеками Python, такими как NumPy, SciPy, TensorFlow и PyTorch, что делает её универсальным инструментом для построения комплексных систем компьютерного зрения.

2. Ultralytics YOLO – это современная библиотека для задач детекции и отслеживания объектов, основанная на серии моделей YOLO (You Only Look Once). Она распространяется как open-source решение, имеет простой и удобный API для Python и

активно развивается компанией Ultralytics. YOLO является одной из самых популярных архитектур в области компьютерного зрения благодаря высокой скорости работы и точности. Функциональные возможности Ultralytics YOLO включают автоматическую детекцию объектов на изображениях и в видео, классификацию и сегментацию. Модель легко адаптируется под специфические задачи за счёт дообучения на собственных датасетах. Одним из ключевых преимуществ Ultralytics YOLO является поддержка работы в реальном времени: модели могут эффективно выполняться на GPU, CPU и мобильных устройствах.

3. PyTorch – это одна из ведущих библиотек для работы с глубоким обучением, созданная компанией Meta (Facebook AI Research). Она является open-source и широко используется в научных исследованиях и промышленности. PyTorch предоставляет гибкий и удобный интерфейс для построения, обучения и применения нейросетевых моделей. Для задач компьютерного зрения в экосистеме PyTorch существует дополнительный модуль torchvision. Он включает предобученные модели для классификации, детекции и сегментации объектов (например, Faster R-CNN, Mask R-CNN, RetinaNet), а также инструменты для обработки изображений и удобные датасеты. Наличие готовых моделей позволяет быстро создавать прототипы и адаптировать их под конкретные задачи с помощью дообучения (transfer learning).

В реальном производстве важно не только считать, но и связывать это с остальной системой. Библиотеки должны тянуть видео с камер, сохранять данные в базы для автоматизации [3]. Например, OpenCV хорошо справляется с простой видеообработкой – находит контуры мешков или использует базовые алгоритмы машинного обучения, и ее легко прикрутить к другим инструментам. Ultralytics YOLO – это чемпион по реальному времени: она может рисовать зоны подсчета, вроде линий на конвейере, и следить за движением, что круто для торфяных линий [4, 5]. А PyTorch дает свободу создавать свои модели под конкретные биг-бэги, используя сети вроде Faster R-CNN, и дообучать их на своих фото. Ниже представлена сравнительная таблица 1.

На рисунке 1 представлен ручной режим выделения объектов для трекинга и счета.



Рисунок 1 – Выделение нужного объекта

Таблица 1 – Анализ и сравнение библиотек

Критерии	Библиотека		
	OpenCV	Ultralytics YOLO	PyTorch (torchvision)
Доступность	Open-source	Open-source	Open-source
Платформы	ПК, сервера, Raspberry Pi, Jetson	ПК, сервера, мобильные устройства	ПК, сервера, облако
Плюсы	Дешево, быстро работает, легко ставить	Супербыстро Определяет объекты, сам считает объекты, высокая точность	Гибкий, есть готовые модели, можно дорабатывать
Минусы	Не всегда точно в сложных ситуациях	Высокие требования к мощности	Высокий порог входа
БД	MySQL, PostgreSQL, SQLite	MySQL, PostgreSQL	Что угодно через Python
Получение видеоматериала	Камеры, потоки, записи	Камера, записи	Камеры, облачные источники

Заключение

В работе изучалась задача автоматизации подсчёта биг-бэгов на торфяных производствах с помощью технологий машинного зрения. Основной целью было сравнить три популярные библиотеки – OpenCV, Ultralytics YOLO и PyTorch с torchvision – и оценить, насколько они подходят для обнаружения и подсчёта объектов на производственных видео.

В результате анализа выяснилось, что каждая библиотека имеет свои сильные стороны. OpenCV хорош для базовой обработки изображений и подходит для простых задач, где не требуется глубокое обучение. Yolo показал отличные результаты по скорости и точности, что делает его идеальным выбором для работы в реальном времени. Pytorch с torchvision, в свою очередь, предлагает широкие возможности для настройки моделей, что особенно полезно, если нужны специфические решения и есть опыт в машинном обучении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Некрасов, А. Д. Использование машинного зрения в различных отраслях / А. Д. Некрасов // Научный Лидер. – 2022. – № 3(48). – С. 28-29. – EDN RTACEU.
2. Манукян, Р. Л. Машинное зрение. Основные компоненты машинного зрения / Р. Л. Манукян, И. В. Петрашин // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Международной научно-практической конференции : в 4 ч., Пенза, 05 июня 2019 года. Том Часть 2. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 295-297. – EDN HEJCRG.
3. Манукян, Р. Л. Машинное зрение. Развитие рынка систем машинного зрения / Р. Л. Манукян, И. В. Петрашин // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Международной научно-практической конференции : в 4 ч., Пенза, 05 июня 2019 года. Том Часть 2. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 303-305. – EDN TIXOPR..
4. Тимофеев, Г. А. Оптическое распознавание символов в изолированной гибридной энергетической системе: методы автоматизации сбора и обработки данных / Г. А. Тимофеев, В. Д. Бердоносков // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2024. – № 7(79). – С. 41-45. – EDN KGERWS.
5. Хуснуллин, А. А. Технологии машинного зрения: от распознавания лиц до контроля качества на производстве / А. А. Хуснуллин // Молодежь и XXI век – 2025 : Сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 февраля 2025 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 435-438. – EDN BAJROC.

УДК 004.77

Шолохов Матвей Константинович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sholokhov Matvey Konstantinovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ФОРМИРОВАНИЕ ДОВЕРИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕПУТАЦИЕЙ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ BUILDING TRUST AND REPUTATION MANAGEMENT IN A DIGITAL ENVIRONMENT

Аннотация. В статье анализируются ключевые аспекты формирования доверия и управления репутацией в цифровом пространстве. В условиях стремительного роста онлайн-взаимодействий доверие становится одним из определяющих факторов успешной работы цифровых платформ. Рассматриваются такие элементы, как безопасность персональных данных, прозрачность деятельности компаний и влияние репутации на поведение пользователей. Особое внимание уделено стратегиям поддержания положительного имиджа: улучшению

качества обслуживания, оперативной реакции на отзывы и обеспечению надежной защиты информации. Также подчеркивается значимость открытости и прозрачности процессов как основы для укрепления доверия пользователей.

Abstract. This article analyzes the key aspects of building trust and managing reputation in the digital environment. As online interactions continue to expand rapidly, trust has become a critical factor for the success of digital platforms. The study explores elements such as data security, corporate transparency, and the impact of reputation on user behavior. Particular attention is given to strategies for maintaining a positive image, including improving customer service, responding promptly to feedback, and ensuring reliable data protection. The paper also highlights the importance of openness and transparency as fundamental components for strengthening user trust.

Ключевые слова: обслуживание клиентов, управление цифровой репутацией, доверие, репутация, цифровое пространство, безопасность данных и прозрачность.

Key words: customer service, digital reputation management, trust, reputation, digital space, data security and transparency.

Введение

Быстрое развитие цифровых технологий и массовое перемещение взаимодействий в онлайн-пространстве сделали доверие и репутацию ключевыми факторами успеха в цифровых платформах. Пользователи совершают покупки, получают услуги и взаимодействуют с брендами через интернет, где личный контакт заменен цифровыми механизмами идентификации и коммуникации. В таких условиях формирование доверия между пользователем и компанией становится важнейшей задачей, которая напрямую влияет на уровень вовлеченности и лояльности аудитории [1, 2].

Актуальность темы обусловлена ростом числа кибератак, утечек персональных данных и скрытое воздействие с пользовательскими отзывами. Эти факторы создают риски снижения доверия к цифровым сервисам и требуют совершенствования механизмов репутационного менеджмента [3].

Цель работы – рассмотреть механизмы формирования и поддержания доверия в цифровой среде, выявить взаимосвязь между доверием и репутацией, а также предложить основные стратегии, направленные на повышение доверия пользователей к онлайн-платформам.

Степень разработанности темы достаточно высока: вопросы доверия и репутации активно изучаются в рамках цифрового маркетинга и киберсоциологии, однако в современных условиях повышенной цифровизации они требуют дополнительного анализа с учетом новых угроз информационной безопасности и изменений пользовательского поведения.

Факторы, влияющие на доверие в интернете

Доверие в цифровом пространстве представляет собой уверенность пользователей в безопасности, надежности и добросовестности платформы или другой стороны, участвующей во взаимодействии. В условиях стремительного роста числа онлайн-сервисов и увеличения объема цифровых коммуникаций доверие становится решающим фактором при выборе компании, сайта или приложения.

На формирование доверия влияют следующие ключевые аспекты:

1. Прозрачность политики конфиденциальности и действий компании.

Пользователи хотят понимать, какие данные о них собираются и как они используются, поэтому открытость играет важную роль. Например, компании Facebook и Google неоднократно подвергались критике за непрозрачные механизмы обработки персональных данных, что отрицательно сказалось на уровне доверия к ним.

Дополнительно стоит отметить, что современные пользователи всё чаще обращают внимание на наличие сертификатов безопасности, стандартов защиты и четко сформулированных пользовательских соглашений. Чем понятнее организация объясняет свои принципы обработки данных, тем выше вероятность, что аудитория воспримет её как надежного партнера.

2. Надежная защита пользовательской информации.

Безопасность данных является одной из основ доверия. По данным за 2022 год, количество утечек данных в мире выросло примерно на 10 % по сравнению с предыдущим годом, что подорвало уверенность пользователей во многих цифровых сервисах. Так, после инцидента 2021 года, когда из базы LinkedIn были украдены данные более 700 миллионов пользователей, репутация платформы заметно ухудшилась. Это подтверждает, что устойчивое доверие возможно лишь при наличии комплексной системы кибербезопасности.

3. Репутация компании или сервиса также играет важную роль.

Репутация формируется на основе отзывов, пользовательского опыта и общественного восприятия бренда. Положительные комментарии и высокая оценка услуг способствуют укреплению доверия, тогда как даже один громкий скандал способен подорвать его.

Помимо пользовательских отзывов, на восприятие репутации влияет активность компании в социальных сетях и взаимодействие с общественностью. Компании, открыто комментирующие свои ошибки и предпринимающие меры по их устранению, получают больше доверия, чем те, кто избегает прозрачности.

Влияние доверия на репутацию

В цифровой сфере репутация относится к тому, как пользователи рассматривают и оценивают платформу или бизнес на основе различных критериев, таких как отзывы, прошлые взаимодействия и публичные заявления. В отличие от традиционных СМИ, где репутация формируется новостными источниками и общественными собраниями, цифровая сфера в первую очередь опирается на подлинные, часто анонимные отзывы пользователей, и каждый пользователь имеет возможность как активно формировать свою репутацию, так и быть потребителем.

В то время как плохая репутация может привести к снижению вовлеченности пользователей и потере доверия, хорошая репутация повышает доверие.

На репутацию влияют несколько факторов:

1. Отзывы и рейтинги.

Один из важнейших способов оценить репутацию платформы – это отзывы пользователей. Благодаря своим системам отзывов и рейтингов, которые позволяют пользователям делиться различными точками зрения, такие веб-сайты, как Amazon и TripAdvisor, процветают. Например, статистика Amazon показывает, что 87 % потребителей читают отзывы перед совершением покупки, и 79 % из них заслуживают доверия.

2. Обслуживание клиентов.

Скорость и эффективность, с которой решаются проблемы пользователей. Платформы, предоставляющие отличное обслуживание клиентов, получают положительные отзывы, что улучшает их репутацию. Согласно исследованиям, 77 % потребителей готовы платить больше за превосходное обслуживание клиентов. Одним из лучших примеров является Zappos, которая значительно улучшила свою репутацию, став известной благодаря высокому уровню обслуживания клиентов.

3. Прозрачность бизнеса.

Это открытость каналов коммуникации и информирование пользователей о деятельности компании. Прозрачность – это один из важнейших аспектов репутации. Компания Patagonia, которая активно распространяет информацию о своих методах производства и устойчивости своей деловой практики, является ярким примером прозрачности. Клиентов, которые уважают открытость и честность, привлекает такая прозрачность.

Управление доверием и репутацией в эпоху цифровых технологий

Компании могут использовать различные стратегии управления доверием и репутацией. Одной из лучших тактик является разработка системы оценки отзывов пользователей, изучения их содержания и оперативного реагирования на неблагоприятные комментарии. По данным HubSpot, 72 % потребителей считают, что оперативные ответы на отзывы играют важную роль в формировании лояльности к бренду.

Дополнительным направлением является развитие бренд-прозрачности – регулярное информирование пользователей о корпоративных изменениях, обновлениях политик без-

опасности и способах защиты данных. Компании, открыто публикующие отчеты о своих действиях, формируют репутацию ответственных участников цифрового пространства.

Развитие технологий защиты данных и соблюдение принципов конфиденциальности пользователей также являются ключевыми инструментами. Компании, инвестирующие в безопасность и информирующие аудиторию о принятых мерах, получают стратегическое преимущество.

Кроме того, эффективное управление цифровой репутацией предполагает использование инструментов аналитики и искусственного интеллекта. Современные системы мониторинга социальных сетей позволяют выявлять упоминания бренда в режиме реального времени, прогнозировать возможные кризисы и оперативно реагировать на них. Такой подход обеспечивает устойчивость имиджа компании и предотвращает репутационные потери до того, как они перерастут в кризис.

Наконец, важным направлением становится развитие цифровой этики – набора норм, регулирующих поведение компаний в сети. Этический подход к рекламе, честное использование пользовательских данных и уважительное общение в публичных пространствах становятся фундаментом для долгосрочного доверия в цифровом обществе.

Заключение

В ходе проведенного исследования было установлено, что в современном цифровом пространстве доверие и репутация являются взаимосвязанными элементами, определяющими успех онлайн-платформ. Авторами были выявлены ключевые факторы, влияющие на формирование доверия: прозрачность, безопасность данных и репутация. Было доказано, что высокая степень открытости и оперативная реакция на отзывы положительно влияют на восприятие бренда пользователями. Также установлено, что использование комплексных мер защиты данных и прозрачных бизнес-процессов способствует формированию долгосрочного доверия. Таким образом, в условиях цифровизации успешное управление репутацией требует не только технологических решений, но и стратегического подхода к взаимодействию с пользователями, основанного на честности, открытости и уважении к их цифровым правам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Барбашин, С. А. Управление репутацией в интернете / С. А. Барбашин. – Москва : ИН-ФРА-М, 2019. – 224 с.
2. Иванова, А. И. Проблемы доверия в цифровой среде / А. И. Иванова. // Журнал цифровой экономики. – 2020. – Т. 14. – С. 58-65.
3. Смирнов, В. П. Основы интернет-безопасности / В. П. Смирнов, М. В. Беляев. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 304 с.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ
И ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ
ДЕФОРМИРОВАНИИ СПЛАВОВ**
**RELATIONSHIP BETWEEN MECHANICAL PROPERTIES AND FATIGUE STRENGTH
CHARACTERISTICS DURING CYCLIC DEFORMATION OF ALLOYS**

Аннотация. Рассмотрены особенности явления усталости сплавов и его связь с механическими свойствами. Для количественной оценки повреждаемости представлены функции нескольких факторов, а для оценки влияния поверхностных эффектов на усталость материалов предложены параметры сопротивления усталости. На основании результатов экспериментальных исследований установлены закономерности системы показателей оценки сопротивления усталости сплавов и общие аналитические уравнения для описания поведения кривых усталости.

Abstract. The features of the fatigue phenomenon of alloys and its relation to mechanical properties are considered. To quantify damage, the functions of several factors are presented, and fatigue resistance parameters are proposed to assess the effect of surface effects on material fatigue. Based on the results of experimental studies, the patterns of the system of indicators for assessing fatigue resistance of alloys and general analytical equations for describing the behavior of fatigue curves have been established.

Ключевые слова: усталостная прочность, механические свойства, напряженно-деформированное состояние, долговечность, деформация.

Key words: fatigue strength, mechanical properties, stress-strain state, durability, deformation.

Усталостное разрушение новых деталей изделий приобретает все большую актуальность в современных условиях развития машиностроительной и приборостроительной индустрии. Увеличение научного интереса к проблеме усталости металлов и сплавов связано в первую очередь с появлением новых материалов и технологий их проектирования и получения. Появились сверхпроизводительные компьютеры, которые позволяют моделировать структуру материала с заранее заданными физико-математическими свойствами. При этом прогрессивно задействуются методики использования искусственного интеллекта, что позволяет выходить на новый уровень возможностей производимой техники с колоссальным приростом частотно-скоростных эксплуатационных характеристик приборов, агрегатов и машин. Вторым аспектом, стимулирующим по-новому взглянуть на проблему усталости является возможность задействовать в исследованиях новейшие метрологические системы и экспериментальные стенды и установки с возможностями визуализации в онлайн режимах наблюдения (в том числе, изучение в замедленном повторе интересующих процессов), точностью, системами программного обеспечения на быстрых процессорах кратно превышающие показатели аналогичного оборудования даже десятилетней давности, не говоря уже о более почтенном возрасте.

Приведенные обстоятельства позволяют разрабатывать новые комплексные подходы к оценке результатов структурно-механических экспериментов и на их основе создавать алгоритмы методик и расчетов, что является стратегически актуальным в условиях стремительного сверхбыстрого прогресса технологий и конкурентного роста.

Одним из самых сложных в изучении и анализе причин разрушения и выхода из строя деталей и образцов является явление усталости. Сложность изучения сопротивления усталости материалов возникает вследствие большого количества возможных схем приложения

нагрузки (Рис. 1) и видов (Рис. 2) в широком амплитудно-скоростном диапазоне, которые воспроизводят различные напряженно-деформированные состояния, причем которые могут изменяться в объеме самого экспериментального образца или детали в зависимости от условий исследования и многообразия факторов.

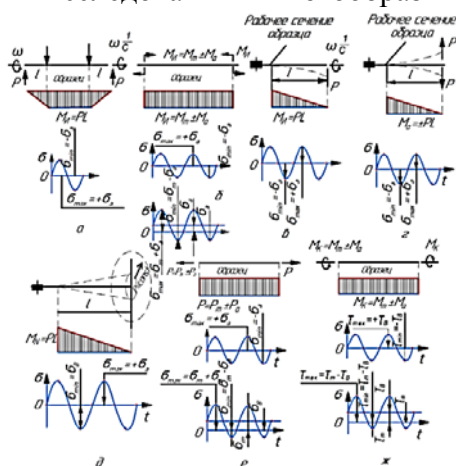


Рисунок 1 – Схемы нагружения при испытании на усталость: а) чистый изгиб при вращении круглых образцов; б) чистый прямой изгиб в одной плоскости круглых и прямоугольных образцов; в) поперечный изгиб при вращении консольных круглых образцов; г) поперечный изгиб в одной плоскости консольных круглых и прямоугольных образцов; д) поперечный изгиб консольных круглых образцов при вращении силовой плоскости; е) переменное растяжение-сжатие круглых и прямоугольных образцов; ж) переменное кручение круглых образцов

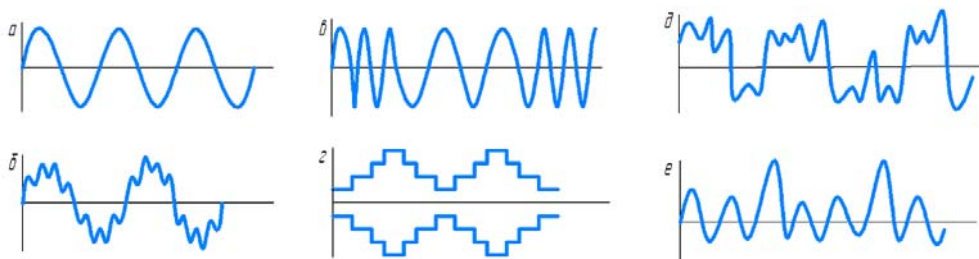


Рисунок 2 – Различные формы изменений амплитуд циклов: а) с постоянными амплитудными значениями при синусоидальной (гармонической) или реже другой форме цикла; б) бигармонической; в) с переменной частотой; г) программированный блочный цикл; д) с воспроизведением эксплуатационного спектра с переменной во времени σ_a с усечением низких σ_a или без их усечения; е) с включением одиночных перегрузок в гармонический цикл

Характерной особенностью усталостного разрушения является накопление повреждений материала на разных структурных уровнях в течении длительного воздействия прикладываемых циклических нагрузок, величина которых значительно ниже статических прочностных характеристик – предела текучести и прочности материала. Такой процесс сопровождается на микроуровне перестроением атомной дефектной структуры и передвижением дислокаций в объеме материала. Эти перестроения стимулируют начало локализации деформационных процессов на мезоуровне в виде полос скольжения [1-2]. При этом сам процесс имеет сильную взаимосвязь и корреляцию взаимосогласованного фронта локальной деформации, на который оказывает влияние явление неупругости металла. В свою очередь, изменения на микро- и мезо- уровнях определяют образование и развитие трещин на макроструктурном уровне, что приводит к окончательному разрушению [3].

Изучение сопротивления усталости и динамики накопления повреждений в ходе этого процесса в металлических сплавах проводятся научными коллективами практически всех стран мира с использованием разнообразных подходов: неразрушающими методами, методами оптической, электронной, сканирующей микроскопии, тензометрии, DIC – анализом и т.д. Но ни один используемых методов не дает однозначного ответа на закономерности усталостного разрушения.

В представленной работе показан авторский методический подход к изучению усталостного разрушения при реализации многолетних экспериментов и на их основе предложены критерии и закономерности параметров для расчета характеристик показателей сопротивления усталости деталей машин и конструкций [4-10].

В данной модели приняты следующие обозначения: Φ – повреждаемость поверхности сплава; $tg \alpha_{wi}$ – наклон левой ветви кривой усталости с учетом действия того или иного i -го фактора; $K_{кор_i}$ – коэффициент корреляции в регрессионном уравнении, описывающем влияние i -го фактора; χ – коэффициент ограниченной выносливости на заданной сравнительной базе испытаний.

Для высокопрочных сплавов:

$$\Phi = \frac{n_{п2}}{n_{п1}} \frac{F_M}{F_{раб}}, \quad (1)$$

где $n_{п1}$ и $n_{п2}$ – общее количество и количество развитых полос скольжения соответственно; F_M – реальная площадь микроструктуры; $F_{раб}$ – площадь рабочей поверхности образца.

На нетравленных шлифах высокопрочных материалов предложено использовать следующую формулу:

$$\Phi = \frac{n_{п2}}{n_{п1}} \frac{F_{пов}}{F_{оп}} \frac{F_M}{F_{раб}}, \quad (2)$$

где $F_{пов}$ – площадь повреждения; $F_{оп}$ – площадь, охваченная повреждением.

Иногда при испытании высокопрочных материалов полос скольжения в достаточном количестве наблюдать не приходится. Возникают одна-две широкие полосы, которые и служат местами зарождения трещин. Полосы возникают перед разрушением образца. Тогда повреждаемость можно подсчитать так:

$$\Phi = \frac{F_{пов}}{F'} \frac{F_M}{F_{раб}}, \quad (3)$$

где F' – рабочая площадь поверхности образца в зоне повреждения.

Наклон левой ветви кривой усталости определяли по формуле:

$$tg \alpha_w = \frac{d \lg \sigma}{d \lg N} \quad (4)$$

где σ – циклическое напряжение; N – количество циклов.

χ вычисляли по формуле:

$$\chi = \frac{\sigma_{N=10^6}}{\sigma_B}, \quad (5)$$

где $\sigma_{N=10^6}$ – напряжение, соответствующее долговечности $N = 10^6$ циклов, МПа.

На рисунке 3 показана схема взаимодействия параметров для предложенного подхода аттестации материалов по прочностным характеристикам и стабильности поведения сплавов на основе предложенных параметров сопротивления усталости в сопоставлении с экспериментальными данными и прочностными показателями.

Многолетние экспериментальные исследования материалов на усталость позволили получить обобщенные зависимости системы показателей оценки сопротивления усталости сплавов, показанные на рисунке 4.

Используя представленные зависимости были разработаны методики прогнозирования показателей сопротивления усталости и получены общие аналитические уравнения для описания поведения кривых усталости:

$$\varepsilon_i^{np} = \varepsilon_0 + \frac{\ln(\rho_{m0}/\rho_{mkp})}{\left(\frac{HB}{\sigma_T} - 2\right)e^{\alpha\Pi} - \left[\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_H} - \left(\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_H}\right)_{волн}\right]} \quad (7)$$

$$\sigma_K = \sigma_{K0} e^{\left\{\left(\frac{HB}{\sigma_T} - 2\right) - \left[\frac{\dot{\varepsilon}_{рел}}{\dot{\varepsilon}_H} - \left(\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_H}\right)_{волн}\right]\varepsilon_{рх}e^{\alpha\Pi}\right\}(\varepsilon_i^{np} - \varepsilon_0)} \quad (8)$$

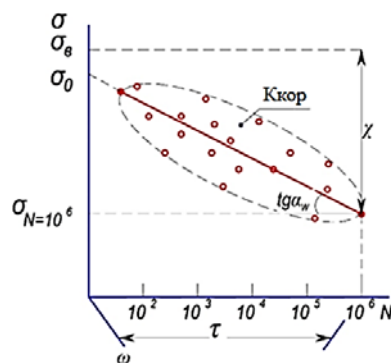


Рисунок 3 – Схематическое изображение системы показателей оценки поведения материалов при испытаниях на усталость

где $\left(\frac{\dot{\varepsilon}_p}{\dot{\varepsilon}_n}\right)_{\text{волн}}$ – соотношение скоростей с учетом спектра волн пластической деформации; $\varepsilon_{px} = e^{(\omega)}$ – коэффициент разрыхления, зависящий от поврежденности ω , изменяющейся от нуля до единицы.

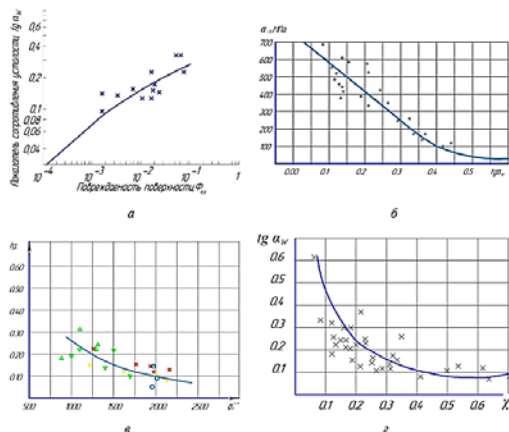


Рисунок 4 – Графические изображения:
а) связь показателя сопротивления усталости $\text{tg} \alpha_w$ с повреждаемостью поверхности при изменении частоты циклов (Φ_ω); б) зависимость предела выносливости от показателя сопротивления усталости; в) зависимость показателя сопротивления усталости от истинного предела прочности; г) зависимость показателя сопротивления усталости от коэффициента ограниченной выносливости

Благодарности.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-29-20164, <https://rscf.ru/project/25-29-20164/>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Панин, В.Е. Физическая мезомеханика материалов. Том 1 / В.Е. Панин; Отв. ред. С.Г. Псахье. – Томск: ТГУ, 2015. – 462 с.
2. Suresh S. Fatigue of Materials / S. Suresh. – Cambridge University Press, Cambridge. UK, 1991. – 586 p.
3. Терентьев, В.Ф. Усталость металлов / В.Ф. Терентьев, С.А. Кораблева. – М.: Наука, 2015. – 479 с.
4. Mylnikov, V. V. Installation and Testing Methods for Frequency Stability under Cyclic Loading of Metals and Alloys / V. V. Mylnikov, E. A. Dmitriev, D. I. Shetulov // Inorganic Materials. – 2024. – Vol. 60, No. 4. – P. 494-501. – DOI 10.1134/S0020168524700523. – EDN WTUFSY.
5. Myl'nikov, V. V. A Study of Changes in Fatigue Resistance Parameters of Steel 30KhGSN2A in the Process of Cyclic Deformation Hardening / V. V. Myl'nikov, D. I. Shetulov, A. I. Pronin // Metal Science and Heat Treatment. – 2021. – Vol. 62, No. 9-10. – P. 648-655. – DOI 10.1007/s11041-021-00617-5. – EDN HXJCSY.
6. Мыльников, В. В. Влияние частоты нагружения на усталость конструкционных материалов / В. В. Мыльников // Наука и техника. – 2019. – Т. 18, № 5. – С. 427-435. – DOI 10.21122/2227-1031-2019-18-5-427-435. – EDN QHSTSM.
7. Прогнозирование прочности и долговечности материалов деталей машин и конструкций с учетом частоты циклического нагружения / В. В. Мыльников, Д. И. Шетулов, А. И. Пронин, Е. А. Чернышов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2012. – № 9. – С. 32-37. – EDN QCIPNZ.
8. Myl'nikov, V. V. Methods for Studying the Fracture Surface of Materials Using Modern Microscopy and Digital Image Processing / V. V. Myl'nikov, E. A. Dmitriev // Inorganic Materials: Applied Research. – 2024. – Vol. 15, No. 1. – P. 8-16. – DOI 10.1134/S2075113324010192. – EDN ACVKPG.
9. Мыльников, В. В. Влияние частоты нагружения на усталость конструкционных материалов / В. В. Мыльников // Наука и техника. – 2019. – Т. 18, № 5. – С. 427-435. – DOI 10.21122/2227-1031-2019-18-5-427-435. – EDN QHSTSM.
10. Fatigue Resistance Changes of Structural Steels at Different Load Spectra / V. V. Myl'nikov, O. B. Kondrashkin, D. I. Shetulov [et al.] // Steel in Translation. – 2019. – Vol. 49, No. 10. – P. 678-682. – DOI 10.3103/S0967091219100097. – EDN CENNCP.

СЕКЦИЯ

**ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС,
АВИАЦИОННАЯ И МОРСКАЯ ТЕХНИКА**

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ

METHODS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF METHODOLOGICAL FIRES

Аннотация. Методические печи используются для непрерывного нагрева металлических слитков перед их обработкой на прокатных станах. Температура нагрева металлических слитков в каждом конкретном случае зависит от марки стальной заготовки, технологии обработки и комплекса оборудования для пластической деформации металла. Для разогрева слитков требуется источник тепловой энергии, например в виде сгорания природного газа или другого топлива. Количество необходимого топлива будет напрямую зависеть в том числе и от энергетического совершенства методической печи. В статье рассматриваются способы увеличения КПД методических печей, снижение количества сгораемого топлива путем изменения их конструкции и корректировки процессов происходящих в них.

Abstract. Methodical furnaces are used for continuous heating of metal ingots before they are processed on rolling mills. The heating temperature of metal ingots depends on the type of steel billet, the processing technology, and the equipment used for plastic deformation of metal. To heat the ingots, a source of thermal energy is required, such as natural gas or other fuels. The amount of fuel required will depend on the energy efficiency of the methodical furnace. This article explores ways to increase the efficiency of methodical furnaces and reduce the amount of fuel consumed by modifying their design and adjusting the processes within them.

Ключевые слова: методические печи, увеличение энергоэффективности, снижение потребления топлива, тепловой баланс, потери тепла

Key words: methodological furnaces, increased energy efficiency, reduced fuel consumption, and thermal balance, heat loss

Введение

Методические (или непрерывного действия) печи предназначены для нагрева металлических заготовок и слитков различных размеров и формы перед их механической обработкой, такой как ковка, прокатка или штамповка. Методические печи могут работать на различных видах топлива такого как: газообразное (например - природный газ, доменный газ, коксовый газ, пропан-бутановая смесь и другие); жидкое (например - мазут) или иметь электрический нагрев. Каждый из видов топлива обладает своими достоинствами и недостатками.

Природный газ – с низшей теплотой сгорания 30-37 МДж/м³ – является самым доступным и экономичным топливом. Его продукты сгорания наносят минимальный экологический вред по сравнению с другими видами топлив. В случае если в металлургическом производстве существуют вторичные энергетические ресурсы в виде доменного и коксового газов, то тогда возможно использовать их в качестве топлива, либо комбинировать их с другими видами топлива. Но их недостатки в виде невысокой низшей теплоты сгорания (например, для доменного газа 3,6 – 4,6 МДж/кг), токсичности и наличие примесей, при сгорании которых загрязняются дымовые газы и выхлопные тракты, значительно затрудняют их использование.

Но в каждом случае, для каждого из видов топлива можно определить энергетическую эффективность процесса передачи тепловой энергии заготовкам и слиткам.

Основная часть

Проанализируем и добавим некоторые статьи в известное уравнение теплового баланса [1] методической печи, в которой происходит сгорание любого вида жидкого или газообразного топлива:

$$Q_{\text{т.х.}} + Q_{\text{в.ф.}} + Q_{\text{ст.х.}} = Q_{\text{ст.н.}} + Q_{\text{у.г.}} + Q_{\text{х.н.}} + Q_{\text{ф.н.}} + Q_{\text{п.и.}} + Q_{\text{п.о.}} + Q_{\text{изл.}} + Q_{\text{проч.}},$$

где $Q_{\text{т.х.}}$ – располагаемый поток энергии, получаемый от внесения в топку топлива в виде его химической энергии, Вт; $Q_{\text{в.ф.}}$ – поток тепловой энергии, вносимый в топку подогретым в рекуператоре воздухом, Вт; $Q_{\text{ст.х.}}$ – тепловая энергия от химической реакции окисления стали, Вт; $Q_{\text{ст.н.}}$ – тепловая энергия, затраченная на нагрев металлических слитков и заготовок, Вт; $Q_{\text{у.г.}}$ – потери тепловой энергии с нагретыми уходящими газами, Вт; $Q_{\text{х.н.}}$ – потери тепловой энергии из-за неполного сгорания (из-за недостатка кислорода или плохих условий смесеобразования) топлива, Вт; $Q_{\text{ф.н.}}$ – потери тепловой энергии из-за неполного сгорания топлива в печи и уносе его с уходящими газами, Вт; $Q_{\text{п.и.}}$ – потери тепловой энергии через поверхность печки (кладку, изоляцию и прочее), Вт; $Q_{\text{изл.}}$ – потери тепловой энергии излучением через технологические и смотровые окна, Вт; $Q_{\text{проч.}}$ – неучтенные в предыдущих пунктах статьи потерь, Вт.

Анализируя каждый компонент уравнения теплового баланса методической печи, укажем ниже зависимости или общие закономерности приходных и расходных частей баланса, а также рассмотрим факторы, влияющие на энергетическую экономичность работы печи.

Располагаемый поток энергии от топлива можно определить по известной формуле:

$$Q_{\text{т.х.}} = B Q_{\text{н.}},$$

где B – объемный расход топлива, м³/с; $Q_{\text{н.}}$ – низшая теплота сгорания топлива Дж/м³.

Поток тепловой энергии, вносимый в топку подогретым в рекуператоре воздухом, определяется по формуле:

$$Q_{\text{в.ф.}} = \alpha V_{\text{в}}^0 B c_{\text{в}} t_{\text{в}},$$

где α – коэффициент избытка воздуха; $V_{\text{в}}^0$ – теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания топлива, м³/м³; $t_{\text{в.}}$ – температура воздуха после рекуперативного теплообменника, °С; $c_{\text{в.}}$ – изобарная объемная теплоемкость, соответствующая температуре подогретого воздуха, Дж/(м³ °С).

Потери тепловой энергии с нагретыми уходящими газами рассчитываются по следующей зависимости:

$$Q_{\text{у.г.}} = V_{\text{г.}} B c_{\text{г.}} t_{\text{г.}}$$

где $V_{\text{г.}}$ – объем дымовых газов на выходе из печки отнесенный к объему подаваемого топлива с учетом его полного сгорания, химического состава и коэффициента избытка воздуха, м³/м³; $c_{\text{г.}}$ – объемная теплоемкость дымовых газов покидающих печку, Дж/(м³ °С); $t_{\text{г.}}$ – температура дымовых газов на выходе из печки.

По 3-м вышеуказанным формулам можно сделать следующие выводы.

Использование менее калорийного топлива (малые значения $Q_{\text{н.}}$) значительно ухудшает энергетическую эффективность печки, вследствие захлаживания топки большими объемами топлива и увеличением потока энергии теряемой за счет горячих дымовых газов. Уменьшение при этом температуры сгорания топлива будет замедлять процессы передачи тепловой энергии металлическим слиткам, что ведет к дополнительным потерям, отнесенным к массе продукции на выходе. Возможным оправданием этих негативных факторов будет использование доменного газа, который является отходами доменного производства и практически бесплатен для металлургических комбинатов, но КПД печи в этом случае будет небольшим.

Замена воздуха на обогащенную кислородом смесь приведет к уменьшению объема продуктов сгорания и количества тепловой энергии теряемой с ними. Одновременное повышение температуры горения топлива будет способствовать увеличению интенсивности лучистого теплообмена, который составляет до 95% от общего количества энергии переданной металлическим слиткам. Но в экономическом плане это может быть малоэффективно, т.к. увеличиваются затраты на производство кислорода.

Высокая температура дымовых газов покидающий печку снижает ее энергетическую эффективность, но из-за ограниченных размеров печки, особенностей процесса теплообмена и площади поверхности заготовок данную температуру не представляется возможности зна-

чительно снизить (в большей части имеет место температура от 700°C до 1100°C). В этом случае основным способом повышения экономии топлива является использование теплообменника для охлаждения дымовых газов и одновременного повышения температуры воздуха подаваемого в печь. В зависимости от температуры дымовых газов применяют теплообменник либо радиационного, либо конвективного типа. Повышение температуры воздуха перед входом в методическую печь не только способствует значительной экономии сгораемого топлива, но и помогает интенсификации процессов теплообмена в топке, что позволит уменьшить ее габариты при проектировании. Статистика эксплуатации методических печей [2] показывает, что потери с уходящими продуктами сгорания могут достигать значений до 30 – 45%, от общего потока тепла вносимого химической энергией топлива. Использовать тепловую энергию уходящих газов можно не только на нагрев воздуха, но и для технологических нужд, отопления цехов, горячего водоснабжения и прочее.

Тепловая энергия $Q_{ст.х.}$ от химической реакции окисления (угара) стали хотя и повышает общий объем энергии вносимой в топку, но по факту уменьшает количества металла на выходе из технологической линии, т.к. являются безвозвратными потерями. Обычно в методической печи окисляется около 1-2% от общей массы проходимого металла [3].

Величина $Q_{ст.н.}$ – тепловой энергии, затраченной на нагрев металлических слитков и заготовок и, по сути, определяет энергетическое совершенство методической печи или ее КПД. Увеличить ее можно уменьшая другие, вредные расходные статьи энергетического баланса печи и путем интенсификации теплообмена для ускорения процессов теплопередачи от горячих продуктов сгорания к слиткам.

Количество потерянной тепловой энергии из-за неполного сгорания топлива $Q_{х.н.}$ и $Q_{ф.н.}$ будет в основном зависеть от ряда факторов процессов сгорания и смесеобразования. Так коэффициент избытка воздуха с одной стороны будет уменьшать потери энергии, и способствовать более полному сгоранию топлива, с другой стороны будет увеличивать количество дымовых газов, которые являются основной статьей энергетических потерь. Поэтому для каждого случая следует рассчитывать или выбирать опытным путем свой, характерный для процесса сгорания определенного топлива в определенной методической печи, коэффициент избытка воздуха. Условия смесеобразования и сгорания, конфигурации камеры сгорания, размеры факела и тип используемого топлива будут также определять потери энергии в виде несгоревшего топлива (физический и химический недожоги).

Величина потерь тепловой энергии $Q_{п.и.}$ через поверхность печки в общем случае можно рассчитать через уравнение теплопередачи:

$$Q_{п.и.} = \frac{t_{д.г.} - t_{цех}}{\frac{1}{\alpha_{д.г.}} + \frac{\delta_{п.}}{\lambda_{п.}} + \frac{\delta_{и.}}{\lambda_{и.}} + \frac{1}{\alpha_{цех}}} F_{печ}$$

где: $t_{д.г.}$ – средняя температуры дымовых газов внутри печи, °C; $t_{цех}$ – средняя температура воздуха в цехе, °C; $\alpha_{д.г.}$ – коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке печи, Вт/(м² °C); $\alpha_{цех}$ – коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке печи, Вт/(м² °C); $\delta_{п.}$ – толщина огнеупорного слоя печи, м; $\delta_{и.}$ – толщина теплоизоляционного слоя печи, м; $\lambda_{п.}$ – коэффициент теплопроводности огнеупорного слоя печи, Вт/(м °C); $\lambda_{и.}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя печи Вт/(м °C).

Анализируя указанное выше уравнение можно прийти к выводу, что единственным способом уменьшения потерь тепловой энергии через поверхность печки является увеличение теплового сопротивления теплопередачи от дымовых газов к воздуху, а именно путем увеличения толщины и повышения эффективности тепловой изоляции. Сама тепловая изоляция представляет собой многослойную конструкцию, в которой каждый слой будет выполнять свою функцию и изготавливаться из разных материалов. Помимо снижения тепловых потерь и расхода топлива, увеличение эффективности тепловой изоляции поможет обеспечить требования техники безопасности и создаст более равномерное температурного поля внутри печи для равномерного прогрева заготовок.

Через технологические и смотровые окна могут уходить значительные потоки энергии, их величину можно оценить через следующую формулу [1]:

$$Q_{\text{изл}} = c_0 \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 F \Phi k ,$$

где c_0 – излучательная способность абсолютно черного тела Вт/(м² К⁴); F - площадь смотровых и технологических окон, м²; Φ – коэффициент диафрагмирования определяемый из [1]; k – коэффициент показывающий частоту открытия окон.

Уменьшить данные потери можно только через уменьшение времени открытия, окон, установкой отражающих экранов, и по возможности уменьшения площади окон.

Заключение

Повышение энергоэффективности методических печей поможет не только уменьшить объем потребляемого топлива, но и улучшит экологические параметры печи, на которые влияет количество сгоревшего топлива. А также сделает выпускаемую продукцию (металлопрокат) более конкурентной на рынке, путем снижения ее себестоимости. Основными факторами улучшающими энергоэффективность являются: использование по возможности более калорийного топлива; установка после печи теплообменника позволяющего нагревать входящий воздух за теплоты уходящих газов; интенсификация процессов теплообмена внутри печи; уменьшение всех видов недожога топлива; увеличение толщины и качества тепловой изоляции площади печи и другие менее значительные факторы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бараков А. В. Тепловой расчёт методической печи: учеб. пособие / А. В. Бараков, В. Ю. Дубанин, А. А. Надеев. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 109 с.
2. Тебеньков, А. В. Рекуператоры для промышленных печей / А.В. Тебеньков. – М.: Металлургия, 1975. – 295 с.
3. Расчёт нагревательных и термических печей: справочник / Под. ред. В. М. Тымчака. – М.: Металлургия, 1983. – 480 с.

УДК 621.783.2

Барашнин Алексей Михайлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Barashnin Alexey Mikhailovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Баранов Евгений Витальевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Baranov Evgeny Vitalievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ И КОЖУХОТРУБНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ПРОФИЛИРОВАННЫМИ ТРУБАМИ COMPARISON OF METHODS FOR INTENSIFYING HEAT EXCHANGE IN PLATE HEAT EXCHANGE APPARATUS AND SHINGLE HEAT EXCHANGE APPARATUS WITH PROFILE PIPES

Аннотация. В статье рассмотрены современные способы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах тепловых электростанций, с акцентом на сравнение пластинчатых теплообменников и трубчатых аппаратов с профилированием поверхности. Показано, что основной целью интенсификации является повышение коэффициента теплопередачи и/или уменьшение габаритов оборудования при сохранении его эффективности, часто это сопровождается ростом гидравлических сопротивлений и усложнением конструкции. Сделан вывод, что выбор конкретного типа аппарата определяется условиями эксплуатации теплообменных аппаратов.

Abstract. The article discusses modern methods of intensifying heat exchange in heat exchangers of thermal power plants, with a focus on comparing plate heat exchangers and tubular heat exchangers with surface profiling. It is shown that the main goal of intensification is to increase the heat transfer coefficient and/or reduce the size of the equipment while maintaining its efficiency, which often leads to increased hydraulic resistance and more complex designs. The article concludes that the choice of a specific type of heat exchanger depends on the operating conditions of the equipment.

Ключевые слова: теплообменные аппараты, интенсификация теплообмена, пластинчатый теплообменник, кожухотрубный теплообменник, профилированные трубы, турбулизаторы, энергоэффективность

Key words: heat exchangers, heat transfer intensification, plate heat exchanger, shell-and-tube heat exchanger, profiled pipes, turbulizers, energy efficiency

Введение

Интенсификация теплообмена – это процесс улучшения теплопередачи между двумя или несколькими потоками теплоносителей. Следствием интенсификации процессов теплообмена является увеличение коэффициента теплопередачи, который при чистых поверхностях теплообмена определяется коэффициентами теплоотдачи со стороны греющего и нагреваемого теплоносителей. Основная цель интенсификации в теплообменных аппаратах ТЭС заключается в увеличении коэффициента теплопередачи и/или уменьшении размеров теплообменника при сохранении его общей эффективности. Актуальность задачи интенсификации на ТЭС обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности и компактности оборудования, снижения затрат на установку и эксплуатацию теплообменных аппаратов [1]. По разным оценкам, порядка 70 % действующего теплообменного оборудования в энергетике все ещё составляют аппараты с гладкими трубами, имеющие относительно низкий коэффициент теплопередачи и большие габариты [1]. Для современных ТЭС, где растут требования к эффективности и экономии материалов, особенно важен выбор оптимальной конструкции теплообменника.

Основная часть

В традиционных кожухотрубных теплообменниках, интенсификация достигается за счет изменения геометрии труб или установки внутритрубных вставок. Так, применяют внешнее оребрение (ребристые трубы), навивку спиральной ленты на трубу, накатку выступов или спиральную навивку проволоки (так называемые винтовые и пружинно-винтовые каналы). Преимущества таких решений – возрастание площади теплообмена и турбулентности потока, но это часто ведет к росту гидравлических сопротивлений и сложностям изготовления [1]. Например, известные «винтовые накатки» дают ощутимый прирост теплопередачи, но создают концентрации напряжений и требуют осторожной обработки металла [1]. Современные отечественные «геликоидные» теплообменники (с кольцевыми или винтообразными канавками на трубах) достигают интенсификации за счёт образования плавных выступов, интенсифицирующих теплоотдачу при относительно небольшом росте сопротивления [5]. Во внутритрубном пространстве используют закручивающие вставки (спирали, ленточные турбулизаторы, винтовые вставки) для создания локального завихрения, что повышает коэффициент теплоотдачи [1]. В литературе эти устройства классифицируют как «пассивные» интенсификаторы – конструкции без внешней энергии (лавинная шероховатость, змеевики, спиральные перегородки) [1,6].

Пластинчатые теплообменники, это особый класс теплообменных аппаратов. Пластинчатые аппараты выпускаются с гофрированными или профилированными пластинами, их каналы образуются тонкими зазорами между пластинами, через которые движется среда. За счет малой толщины канала и гофрирования пластин создается сильная турбулентность потока и интенсивный сдвиговый градиент. Как отмечает учебное пособие, «рабочая среда движется у поверхности теплообмена тонким слоем, что способствует интенсификации теплоотдачи» [4]. Пластины могут быть самыми разными по профилю, что позволяет придавать потоку сложные завихрения. Конструкция пластинчатого аппарата обычно предусматривает

противоток, повышая эффективность теплообмена. Наблюдается также принципиально большая плотность теплообмена: по данным справочных источников, коэффициент теплопередачи пластинчатого теплообменника в несколько раз (более чем в 3 раза) превышает аналогичный у классического кожухотрубного [5]. При этом требуемая площадь поверхности у пластинчатых аппаратов может быть в 3–10 раз меньше, чем у трубчатых решений для той же тепловой нагрузки [5].

Сравнительный анализ эффективности коэффициента теплопередачи. Пластинчатые аппараты традиционно демонстрируют более высокий коэффициент теплопередачи. Согласно обзору [5], преимущество пластинчатых теплообменников перед кожухотрубными – как минимум трёхкратное. Это объясняется развитой гофрированной поверхностью и малой толщиной каналов. У трубчатых интенсификаторов рост коэффициента теплопередачи менее значителен – обычно увеличение составляет десятки процентов. Так, оребрение труб увеличивает площадь теплообмена, но эффект лимитируется насыщением турбулентности. Винтовые вставки и спиральная накатка могут удваивать коэффициент, однако цена – гораздо более высокий перепад давления, что напрямую отражается на нагрузке насосов их энергопотреблении и эксплуатационных расходах.

Габариты и площадь поверхности теплообменных аппаратов. Пластинчатые теплообменники за счёт компактной конструкции занимают значительно меньше пространства. В одном примере реконструкции ТЭС пластинчатый модуль с площадью 153,6 м² заменил трубчатый на 831 м² [3]. Иными словами, при равной производительности требовалась в 5–6 раз меньшая площадь теплообменника. Другие практические примеры отмечают, что пластинчатые аппараты обеспечивают до 8–10-кратной экономии монтажной площади и материалов по сравнению с трубчатыми [3]. Небольшая толщина пластин даёт более однородный поток и меньшее расстояние теплопередачи. У трубчатых интенсификаторов увеличение площади достигается только путём добавления новых ребер.

Гидравлическое сопротивление аппаратов. В пластинчатых аппаратах расширенная поверхность компенсируется тем, что каналы узкие и турбулентные, из-за чего растёт сопротивление. Однако благодаря короткой длине каналов общий прирост падения давления оказывается умеренным, и сравним с гладкими каналами. В то же время интенсивные интенсификаторы на трубах (особенно вставки и навивки) значительно повышают Δp . Например, стандартная спиральная навивка на трубе может увеличить сопротивление потока в несколько раз, и даже «пружинно-винтовые» каналы дают ощутимые потери. Некоторые конструкции вставок (проволочные спирали) при плотном расположении уступают по сопротивлению ряду ребристых труб [1], но всё же требуют дополнительной мощности насоса. С другой стороны, современные герметичные пластинчатые теплообменники рассчитаны на высокое давление до 1,6–2 МПа, что позволяет применять их в условиях ТЭС (например, серия ТТАИ) без существенных ограничений по давлению [2].

Обслуживание и надёжность. Пластинчатые аппараты обладают хорошей ремонтнопригодностью: пакеты пластин можно разбирать и чистить вручную, в то время как в трубчатом аппарате прочистка межтрубного пространства затруднена. В одном примере очистка пластинчатого теплообменника площадью 400 м² занимала одну рабочую смену, а эквивалентный трубчатый – до 2–7 смен [3]. С другой стороны, пластинчатые аппараты более чувствительны к качеству теплоносителей (необходимо тщательное удаление абразивов и зол), тогда как гладкие трубы и турбулизаторы лучше переносят грубую среду. Конструкции с профилированными трубами обычно изготавливаются из коррозионно-стойких марок (нержавеющая или теплоустойчивая сталь) и характеризуются высокой прочностью. По данным производителя ТТАИ, «интенсифицированный теплообмен характеризуется высокими значениями коэффициента теплопередачи», а аппараты с тонкостенными профилированными трубками ведут себя устойчиво даже при ударных гидростатических нагрузках [2].

Заключение

Проведённый анализ показывает, что пластинчатые теплообменники обеспечивают более эффективную интенсификацию теплопередачи, чем традиционные трубчатые аппара-

ты с оребрением или турбулизаторами. За счёт развитой поверхности и тонких каналов они достигают значительно более высоких коэффициентов теплоотдачи [5] и компактности. С другой стороны, модернизация трубчатых теплообменников через профилирование труб (ребра, спиральная навивка, винтовые вставки) тоже повышает теплопередачу, но обычно с сопутствующим ростом гидравлических потерь и трудоёмкостью производства. В практических условиях ТЭС выбор между этими вариантами зависит от конкретной задачи: при необходимости максимальной компактности и высокой интенсивности передачи тепла целесообразно применять пластинчатые аппараты [3,5]; если же важнее прочность и привычная конструкция, могут использоваться трубчатые с профилированной поверхностью и вставками [1,2]. При обоих подходах интенсификация позволяет снизить габариты установки и эксплуатационные расходы [1,3].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пантелеева, Л. Р. Интенсификация теплообмена в пружинно-винтовых каналах / Л. Р. Пантелеева. // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). – Санкт-Петербург : Реноме, 2011. – С. 129-132.
2. Элеком-Урал. Рекомендации по применению теплообменников ТТАИ в тепловых пунктах. URL: <https://elecom-ural.ru> (дата обращения: 28.09.2025).
3. Анкор-Теплоэнерго. Сравнение пластинчатого и кожухотрубного теплообменников. URL: <https://ankort.com> (дата обращения: 28.09.2025).
4. Мамченко, В. О., Малышев А. А. Пластинчатые теплообменники в низкотемпературной технике и биотехнологических процессах. Учеб. пособие. / В. О. Мамченко, А. А. Малышев. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 116 с.
5. «Теплообменник» // wikipedia.org. – Раздел сайта «Конструкции теплообменников» – URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 28.09.2025).
6. Хабибуллин, И. И. Интенсификация теплообмена в аппаратах воздушного охлаждения. / И. И. Хабибуллин, Д. Н. Шатунов, К. Т. Хайретдинова // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2023. – № 3 (55). – С. 19–23.

УДК 629.7

Боровской Семен Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Borovskoy Semen Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Лозовский Иван Владимирович, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lozovsky Ivan Vladimirovich, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

ПЕРСПЕКТИВЫ И АКТУАЛЬНОСТЬ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ КОНВЕРТИРУЕМОЙ СХЕМЫ PERSPECTIVES AND RELEVANCE OF SMALL-SIZED CONVERTIBLE-SHAPE FLYING APPLIANCES

Аннотация. В статье рассматриваются актуальность и перспективы развития малоразмерных летательных аппаратов (МЛА) конвертируемой схемы. Проанализированы ключевые преимущества данной схемы, сочетающей вертикальный взлет и посадку (ВВиП), с горизонтальным полетом. Проведено сравнение с традиционными схемами МЛА – вертолетами (мультикоптерами) и самолетами с неподвижным крылом. Определены ниши наиболее эффективного применения конвертопланов в таких областях, как мониторинг протяженных объектов, логистика в условиях урбанизированной среды, аэрофотосъемка и задачи оборонного комплекса. Выявлены ключевые технологические проблемы, такие как сложность системы управления, энергоэффективность и масса конструкции. Сделан вывод о том, что, несмотря на существующие технические сложности, данный класс аппаратов обладает значительным потенциалом.

Abstract. The article discusses the relevance and prospects of developing small-sized aircraft (SSA) of the convertible scheme. The key advantages of this scheme, which combines vertical take-off and landing (VTOL) with horizontal flight, are analyzed. A comparison is made with traditional SLA schemes, such as helicopters (multicopters) and fixed-wing aircraft. The article identifies the niches where convertoplanes can be most effectively used, including monitoring long-range objects, urban logistics, aerial photography, and defense applications. Key technological problems, such as the complexity of the control system, energy efficiency, and the weight of the structure, have been identified. It is concluded that, despite the existing technical difficulties, this class of devices has significant potential.

Ключевые слова: малоразмерные летательные аппараты, конвертируемая схема, ВВиП.
Keywords: small-sized aircraft, convertible scheme, VTOL.

Введение

Современный рынок малоразмерных летательных аппаратов характеризуется стремительным развитием и расширением областей применения. На сегодняшний день доминирующее положение занимают два основных типа МЛА: мультикоптеры, обладающие возможностью вертикального взлета и посадки, зависания и маневрирования в стесненных условиях, и аппараты самолетного типа, отличающиеся высокой скоростью, дальностью и продолжительностью полета [1]. Однако каждый из этих типов имеет фундаментальные ограничения: мультикоптеры (вертолеты) неэффективны для полетов на большие расстояния из-за высокого энергопотребления, а самолетам для взлета и посадки требуются специально подготовленные площадки. Растущие требования к универсальности, в частности, необходимость базирования в стесненных условиях городской среды при сохранении крейсерских характеристик, обусловили актуальность разработки МЛА конвертируемой (гибридной) схемы.

Основная часть

МЛА конвертируемой схемы – это летательный аппарат, способный изменять конфигурацию в полете для совмещения преимуществ вертолетного и самолетного режимов.

По сравнению с мультикоптерами (вертолетами), у которого несущие винты работают как в режиме висения, так и в режиме полета, конвертоплан обладает рядом ключевых преимуществ:

- высокая крейсерская скорость. В самолетном режиме винты конвертоплана работают как тянущие/толкающие, а подъемная сила создается крылом. Это позволяет избежать срыва потока на концах лопастей, характерного для несущего винта вертолета на высоких скоростях, и достигать скоростей 400-500 км/ч и более, что в 1.5-2 раза выше, чем у мультикоптеров;
- большая дальность и продолжительность полета. Высокая аэродинамическая эффективность крыла и работа винтов в оптимальном режиме приводят к значительной экономии топлива или энергии (для электрических систем) на маршруте;
- сниженный уровень шума. В крейсерском режиме винты работают с меньшей частотой вращения, чем несущие винты мультикоптера, что снижает шумовое воздействие, что критически важно для городских применений.

По сравнению с самолетами, которым для взлета и посадки требуются подготовленные взлетно-посадочные полосы:

- вертикальный или укороченный взлет и посадка (ВВиП/УВиП). Это главное преимущество. Конвертоплану не нужен длинный бетонированный аэродром. Он может взлетать и садиться как вертолёт – с небольшой площадки;
- маневренность на низких скоростях. Конвертоплан может висеть в воздухе, разворачиваться боком или задним ходом, как вертолет, что недоступно самолётам;

По сравнению с самолетами вертикального взлета и посадки (СВВП) с подъемными двигателями (например, Yak-38), конвертоплан выигрывает за счет отсутствия «мертвого груза». СВВП с отдельными подъемными двигателями вынуждены нести их вес на протяжении всего полета, что снижает полезную нагрузку и топливную эффективность. У конвертоплана одна и та же силовая установка используется на всех режимах полета [2].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика схем МЛА

Параметр	Мультикоптер	Самолет с неподвижным крылом	Конвертоплан
Взлет/Посадка	Вертикальная (VTOL), не требует площадки	Требуется ВПП или катапульты/парашют	Вертикальная (VTOL), не требует площадки
Крейсерская скорость	Низкая (до 60-80 км/ч)	Высокая (100-250 км/ч)	Высокая (120-200 км/ч)
Продолжительность полета	Низкая (0,5-1 ч.)	Высокая (2-12 ч.)	Средняя/Высокая (1-6 ч.)
Эффективность	Низкая в режиме висения	Высокая в крейсерском режиме	Высокая в крейсерском режиме
Режим висения	Есть	Нет	Есть (у большинства моделей)
Стоимость и сложность	Относительно низкая	Относительно низкая	Высокая
Универсальность	Высокая в ближней зоне	Высокая для задач покрытия больших территорий	Максимальная

Таким образом конвертопланы сочетают ключевые преимущества вертолетов и самолетов: они не требуют взлетно-посадочной полосы, как вертолеты, но обладают значительно большей скоростью и дальностью полета. Эта универсальность делает их идеальным решением для задач, где необходимы мобильность, автономность и эффективность.

Области применения МЛА-конвертопланов:

- мониторинг и инспекция протяженных объектов. Для задач обследования линий электропередач, нефте- и газопроводов, железных дорог и автомагистралей традиционно применялись либо самолеты (дорого и неточно), либо вертолеты (очень дорого), либо наземные команды (медленно и трудоемко). Мультикоптер не обладает достаточной дальностью. Конвертоплан идеально подходит для таких задач: он может взлететь с любой площадки вблизи объекта, быстро долететь до нужного участка на крейсерской скорости, выполнить детальную инспекцию в режиме зависания и так же вернуться. Это значительно повышает эффективность и снижает стоимость работ;

- логистика и доставка грузов в условиях урбанизированной среды. Одной из самых перспективных областей является «урбанистическая мобильность» и доставка. Конвертоплан способен доставить груз с распределительного центра на крышу зданий или компактные посадочные площадки в условиях плотной городской застройки, где использование самолетной схемы невозможно, а мультикоптер не сможет покрыть значительное расстояние без подзарядки (дозаправки). Способность конвертоплана быстро и бесшумно (в крейсерском режиме) преодолевать городские районы делает его идеальным курьером;

- доставка в удаленные и труднодоступные районы. Доставка продуктов, почты и медикаментов в горные поселки, на отдаленные метеостанции или в районы с разрушенной инфраструктурой после стихийных бедствий;

- аэрофотосъемка и картографирование. При создании ортофотопланов и 3D-моделей местности важна как высокая детализация, так и охват большой площади. Конвертоплан может выполнить взлет с ограниченного пространства, набрать высоту и на крейсерской скорости произвести съемку обширной территории, после чего совершить точную посадку для смены аккумуляторов или оборудования. Он также может зависнуть для детальной съемки конкретного объекта, что недоступно для самолетных МЛА.

- применение в оборонном и силовом комплексе. В военной сфере требования к универсальности и автономности особенно высоки. Конвертопланы могут использоваться для:

- разведки, наблюдения и целеуказания (РНЦ): быстрое разворачивание с передового пункта, длительный патруль на большой скорости, зависание для скрытного наблюдения;

- логистики: доставка грузов и медикаментов в труднодоступные районы или на передовые позиции без необходимости посадочной полосы;

– ударных операций: использование в качестве многофункциональной платформы, способной не только нести полезную нагрузку, но и длительно сопровождать подразделения.

Области применения МЛА на основе этой схемы не ограничиваются вышеперечисленными [3].

Недостатками схемы являются:

– сложность системы управления: переходный режим между вертикальным и горизонтальным полетом является наиболее сложным с точки зрения аэродинамики и устойчивости. Требуется высокоточные системы автоматического управления и стабилизации;

– проблема массы: механизмы поворота движителей и усиленная конструкция приводят к увеличению массы аппарата, что снижает полезную нагрузку и летные характеристики;

– высокая стоимость разработки и производства: конструктивная сложность обуславливает более высокую стоимость по сравнению с МЛА традиционных схем.

Перспективы развития МЛА конвертируемой схемы связаны с преодолением указанных недостатков и интеграцией новых технологий:

– развитие электрических силовых установок (ЭСУ): электродвигатели обладают высокой пригодностью для конвертируемых схем благодаря высокой мощности, быстродействию и простоте передачи момента на несколько движителей. Работы в области увеличения энергоемкости аккумуляторов напрямую способствуют росту автономности таких аппаратов. Также не исключается применение гибридной схемы, в которой двигатель внутреннего сгорания (ДВС) вращает генератор, подключенный к аккумулятору. Накопленная энергия распределяется на электродвигатели;

– интеграция искусственного интеллекта (ИИ): применение искусственного интеллекта для управления, особенно в переходных режимах и в сложных метеоусловиях, позволит повысить безопасность и надежность, снизив нагрузку на оператора;

– новые материалы и аддитивные технологии: использование композиционных материалов и 3D-печати позволит создавать облегченные и оптимизированные конструкции, нивелируя проблему избыточной массы;

– стандартизация и сертификация: для массового внедрения, особенно в городской среде, необходима разработка единых стандартов и процедур сертификации, регламентирующих безопасность полетов.

Заключение

Малоразмерные летательные аппараты конвертируемой схемы представляют собой логичный и перспективный ответ на растущие требования к универсальности летательных платформ. Несмотря на существующие технологические недостатки, связанные со сложностью управления, массой и стоимостью, их ключевые преимущества – сочетание вертикального взлета с высокой крейсерской эффективностью – делают их незаменимыми для целого ряда актуальных задач.

Исследования и разработка в ближайшие годы будет сосредоточена на решении проблем энергоэффективности за счет ЭСУ, повышении управляемости и устойчивости за счет систем ИИ и облегчении конструкции с помощью новых материалов. Успешное решение этих задач откроет дорогу для широкомасштабного коммерческого и государственного применения МЛА конвертируемой схемы, что, в свою очередь, может кардинально изменить подходы к логистике, мониторингу и персональной мобильности.

Благодарности.

Статья написана в рамках привлечения студентов к проведению работ по гранту Российского научного фонда, соглашение № 24-29-20111 от 12.04.2024 г.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Яцун, С. Ф. Механизмы конвертопланов / С. Ф. Яцун, С. В. Ефимов, А. М. Чуйков // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). – 2018. – №4(29). – С. 29-35.

2. Лукьянов, О. Е. Снижение энергетических затрат беспилотного летательного аппарата вертикального взлёта и посадки с использованием гибридных технических решений / О. Е. Лукьянов, В. Х. Хоанг, В. А. Комаров // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2024. – №1. – С. 38-52.
3. Абдуллаев, А.А. Тенденция развития беспилотных летательных аппаратов конвертопланового типа / А. А. Абдуллаев // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – №63. – С. 84-90.

УДК 656.21

Гунькова Ольга Владимировна, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gunkova Olga Vladimirovna, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

Семенова Виктория Анатольевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Semenova Victoria Anatolyevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

НОВЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ РОССИИ NEW RAILWAY STATIONS IN RUSSIA

Аннотация. В данной работе рассматриваются железнодорожные станции, которые были введены в эксплуатацию в 2022 – 2025 годах и планируется ввести в будущем 2026 году. В работе будет проведен обзор, как грузовых станций, так и пассажирских. Более подробно будет описана железнодорожная станция Юрково Кузбасского отделения Западно-Сибирской железной дороги.

Abstract. This work examines railway stations that were put into operation in 2022-2025 and are planned to be put into operation in the future 2026. The work will provide an overview of both freight and passenger stations. The Yurkovo railway station of the Kuzbass branch of the West Siberian Railway will be described in more detail.

Ключевые слова: железнодорожные станции, транспортная инфраструктура, пассажиры, уголь, доставка грузов.

Key words: railway stations, transport infrastructure, passengers, coal, and cargo delivery.

Введение

В России каждый год открываются новые пассажирские и грузовые железнодорожные станции, это связано с модернизацией инфраструктуры транспорта. Открытие новых станций позволяет сократить время доставки грузов, увеличить провозную и пропускную способность, создать новые возможности для промышленных предприятий (особенно это касается добывающей и обрабатывающей сферы) и обеспечить рабочими местами людей, проживающих в регионе введенных в эксплуатацию станций [1].

Открытие многих станций входило в программу национального проекта «Модернизация транспортной инфраструктуры». Данный национальный проект занимался развитием транспортной системы России, который включает в себя такие проекты, как развитие Северного Морского пути, автомагистраль М-12 «Восток», региональные аэропорты, Центральный транспортный узел Москвы, железнодорожная инфраструктура БАМа и Транссиба [2].

В 2024 году было открыто 240 железнодорожных станций: грузовые станции для выполнения операций на путях необщего пользования, остановочные пункты для пассажиров и станции с контейнерными операциями для перевозки автопоездов, прицепов и контейнеров.

Осуществление мероприятий по нацпроекту «Модернизация транспортной инфраструктуры» позволило людям безопаснее и быстрее передвигаться по стране, а промышленным предприятиям улучшить транспортно-логистический процесс [3,4].

Основная часть

Одной из новых станций является станция Талума-Угольная на севере Амурской области в Тындинском округе, обеспечивающая отгрузку угля из Сыллахского месторождения,

расположенного от нее в 72 км на территории Якутии (рисунок 1). Открытие данной станции входит в проект развития угольно-логистического кластера «АнтрацитИнвестПроект» в рамках Территорий опережающего развития.

Ежегодно станция может вывозить до 6 миллионов тонн угля, часть которого будет экспортироваться в Китай.

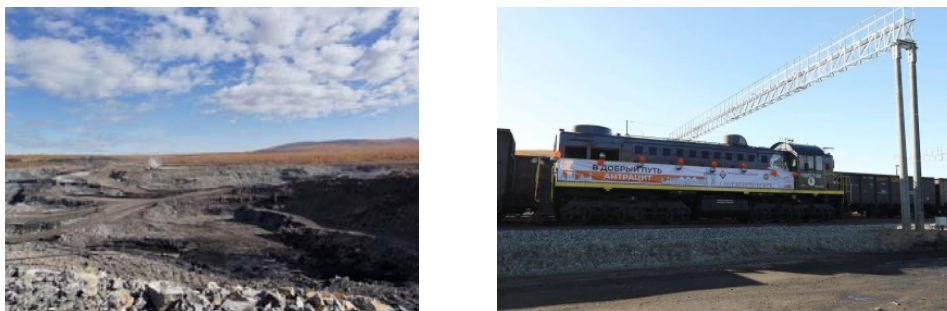


Рисунок 1 – Новая железнодорожная станция Талума-Угольная

Запасы угля Сыллахского разреза достигают 140 миллионов тонн и до 500 миллионов можно добыть в перспективе, что хватит на десятки лет вперед.

Новые пассажирские железнодорожные станции были введены на следующих железных дорогах: Свердловская, Приволжская, Юго-Восточная и Западно-Сибирская.

В Амурской области новой станцией стала Верхнезейск, расположенная на участке Тында – Новый Ургал Байкало-Амурской магистрали. В Кемеровской области были открыты пассажирские станции Шахтер и Кедровка.

В 2024 году в Кемеровской области открылась новая станция Юрково, относящаяся к Кузбасскому отделению Западно-Сибирской железной дороги (рисунок 2). Данная станция открыта в рамках проекта «ПТУ Юг», представляющий собой проект по развитию транспортной инфраструктуры угольной компании «Кузбассразрезуголь».

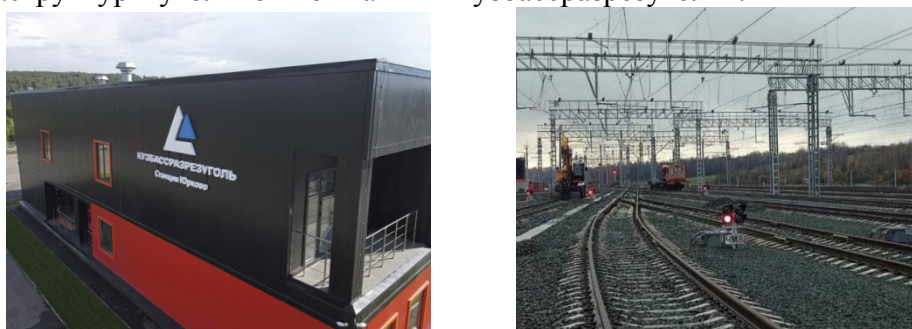


Рисунок 2 – Станция Юрково

На станцию Юрково уголь поступает с Калтанского месторождения. В предыдущие года железнодорожные составы с Калтанского и других разрезов формировались на станции Сарбала Западно-Сибирской железной дороги. После введения в эксплуатацию станции Юрково уголь доставляется напрямую до станций назначений, минуя станции примыкания «Российских Железных Дорог». Это стало возможным в связи с тем, что станция Юрково работает по сквозной технологии.

Станция имеет десять приёмо-отправочных путей, по которым локомотивы вывозят составы с углем на маршрутную сеть «Российских Железных Дорог», поэтому оборот вагонов увеличивается, а время доставки груза уменьшается.

Это единственная станция на юге Кузбасса, которая может принимать магистральные локомотивы и длинносоставные поезда с путей общего пользования.

Станция Юрково полностью автоматическая, оборудованная современной системой централизации, контролирующей техническое состояние инфраструктуры и все маневры.

На станции используется система оптического коммерческого осмотра «ОКО», с помощью которой отслеживается в режиме реального времени загрузка вагонов и прохождение

составов. В связи с цифровизацией станции ускоряется вагонооборот и все приемо-сдаточные процессы оцифрованы.

В 2026 году «Российские Железные Дороги» планируют ввести в эксплуатацию первую полностью цифровую железнодорожную станцию. Это станция Челябинск-Главный, на которой уже с 2023 года тестируют автоматизированные системы управления (рисунок 3). Для этого проекта были разработаны автоматизированные системы и программно-аппаратные комплексы, которые будут контролировать состояние подвижного состава и управлять локомотивами и сортировкой вагонов.



Рисунок 3 – Робототехнический комплекс на станции Челябинск-Главный

Заключение

В работе был проведен обзор новых введенных в эксплуатацию железнодорожных станций различного назначения (грузовых и пассажирских).

Как итог, железнодорожная станция Юрково является технологичной, инновационной, обладающая высокой пропускной способностью, которая позволит увеличить объемы отгрузки угля и ускорить доставку в пункты назначения.

Железнодорожная станция Челябинск-Главный будет первым пилотным проектом цифровой железнодорожной станции. Внедрение цифровой станции не устраняет людей из рабочего процесса, а преобразует их функции. Целью цифровой железнодорожной станции является повышение эффективности управления станцией. [5]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Современное состояние транспортной инфраструктуры российской экономики / Н. Г. Глушич, Т. П. Логинова, Н. А. Удалова, А. С. Удалов // Экономика: теория и практика. – 2020. – № 3(59). – С. 85-92.
2. Национальные проекты 2019-2024 гг.: анализ и ключевые риски их реализации. Экономический блок / В. А. Ильин, Т. В. Ускова, А. А. Шабунова [и др.]. – Вологда : Вологодский научный центр Российской академии наук, 2019. – 93 с.
3. Патракова, С. С. Итоги и ключевые риски реализации комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры / С. С. Патракова // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2020. – № 3 (95). – С. 98-110.
4. Халатян, С. Г. Логистические аспекты модернизации транспортной инфраструктуры России / С. Г. Халатян, Н. Н. Коренькина // Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством). Экономические науки. – 2020. – № 3(55). – С. 2.
5. Дорфман, И. С. Применение цифровых двойников железнодорожных станций для прогнозирования и снижения простоев подвижного состава / И. С. Дорфман // Вестник науки. – 2025. – Т. 2, № 6(87). – С. 1681-1686.

УДК 629.423.3

Евтеев Никита Сергеевич, аспирант, Ростовский государственный университет путей сообщения
Evtcev Nikita Sergeevich, Postgraduate student Rostov State Transport University

Мирошниченко Екатерина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тяговый подвижной состав», Ростовский государственный университет путей сообщения
Miroshnichenko Ekaterina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department "Traction Rolling Stock", Rostov State Transport University

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

AN ANALYTICAL REVIEW OF METHODS FOR DESIGNING A VALVE-INDUCTOR MOTOR FOR USE AS AN AUXILIARY MACHINE OF AN ALTERNATING CURRENT ELECTRIC LOCOMOTIVE

Аннотация. В работе дано обоснование замены вспомогательного асинхронного двигателя маслососа тягового трансформатора электровоза на вентильно-индукторную электрическую машину. Представлены основные подходы к проектированию вентильно-индукторных двигателей. Предложено при проектировании вспомогательного вентильно-индукторного двигателя применять комплексный подход, в котором используется методика сохранения габаритных размеров двигателя, подлежащего замене.

Abstract. The paper provides a justification for replacing the auxiliary asynchronous motor of the oil pump of the traction transformer of an electric locomotive with a valve-inductor electric machine. The main approaches to the design of valve-inductor motors are presented. It is proposed to apply an integrated approach to the design of an auxiliary rotor-inductor motor, which uses a technique for maintaining the overall dimensions of the engine to be replaced.

Ключевые слова: электровоз, асинхронная электрическая машина, вспомогательная вентильно-индукторная электрическая машина, магнитная система, проектирование, комплексный подход, габаритные размеры двигателя.

Key words: electric locomotive, asynchronous electric machine, auxiliary valve-inductor electric machine, magnetic system, design, integrated approach, overall dimensions of the engine.

Введение

Поиск новых технологических решений для модернизации существующих разработок является важной задачей для современных инженеров и молодых ученых. Если рассмотреть сферу транспорта, то основными целями и задачами являются повышение безопасности перевозок, а также вопросы надёжности и экологичности. При перевозке пассажиров и грузов по железным дорогам основным источником тяги служат электровозы постоянного и переменного тока. Современные требования безопасности, высокие скорости движения и постоянное развитие электрификации заставляют обновлять устаревший подвижной состав или модернизировать эксплуатирующиеся электровозы при проведении заводских ремонтов.

Частой причиной отказов в работе электровозов переменного тока является выход из строя трехфазных асинхронных вспомогательных машин различных узлов и агрегатов локомотива. Так, низкую надежность имеет вспомогательный асинхронный двигатель масляного насоса тягового трансформатора (ТТ), так как порядка 20 % от всех отказов электровозов связано с выходом из строя именно данного узла.

Проблемы в работе таких машин могут возникать из-за сложной схемы питания, в которой используется фазорасщепитель для получения трехфазного переменного тока.

В перспективе, повысить надёжность вспомогательного электропривода масляного насоса ТТ возможно, если произвести замену существующего электродвигателя на вентильно-индукторную электрическую машину (ВИМ).

Основная часть

Магнитная система вентильно-индукторного двигателя (ВИД) включает в себя статор и ротор с выраженными зубцами. Обмотка ротора у данного типа двигателей отсутствует. Фаза ВИД состоит из двух катушек, так называемых индукторов, которые располагаются на диаметрально противоположных зубцах статора [1].

Принцип действия такого типа двигателей заключается в том, что при подаче питающего напряжения зубцы ротора начинают притягиваться к возбужденным зубцам статора, вызывая вращение самого ротора.

В зависимости от выбранной частоты переключения катушек обмотки статора, изменяется частота вращения ротора. Таким образом, частоту вращения возможно регулировать в широких диапазонах.

Отсутствие магнитных связей между фазами является ещё одним преимуществом ВИМ перед асинхронными электрическими машинами. Этим объясняется высокая надежность ВИМ, так как при потере работоспособности одной, либо нескольких фаз двигатель продолжит эксплуатацию [2].

Поиск наиболее оптимального метода проектирования, в результате которого будет получена магнитная система ВИМ, обеспечивающая требуемые выходные характеристики, является важным этапом на пути повышения надежности как вспомогательного привода, так и самого ТТ.

Проектирование машин вентильно-индукторного типа состоит в выборе конфигурации и нахождении геометрических размеров её магнитной системы, количества витков обмотки фаз, а также использовании активных материалов, обеспечивающих требуемые свойства.

Выбор основных размеров (внешнего диаметра статора и расчетной длины магнитопровода машины) – это задача, имеющая ряд критериев с разнообразием факторов. Так, первая часть факторов представляет собой условия, вторая часть – ограничения, третью часть факторов возможно изменять в определенных пределах.

Геометрия пазовой зоны находится в непосредственной зависимости от количества витков фазной обмотки.

При проектировании ВИМ используются множество различных методов расчета [3]. Все известные методы основаны на трех подходах: энергетическом, полевым, и подходе, опирающимся на расчёт переходного процесса.

Энергетический подход состоит в расчёте баланса между энергией различного вида (магнитной, механической, электрической) в период коммутации одной фазы ВИМ. В начале, рассчитываются основные размеры двигателя с использованием машинной постоянной Арнольда. Затем, находят размеры зубцово-пазовой области машины. Последующие расчёты проводятся с использованием зависимостей потокоцепления фазы от фазного тока при различных фиксированных положениях ротора. Благодаря анализу кривых намагничивания, возможно найти средний момент, а также мощность проектируемой электрической машины. Подход является достаточно простым в реализации. К его недостаткам можно отнести большие погрешности расчётов в связи с принятыми допущениями на начальном этапе проектирования.

Полевой подход заключается в расчетах магнитного поля в активной части машины, по результатам которого определяются вращающий момент и мощность двигателя. В ходе проектирования производится расчет размеров исследуемой области ВИД, задаются свойства активных материалов, принимаются начальные условия и ограничения. Затем, рассчитывается магнитное поле с использованием известных методов (например, метода конечных элементов), реализованных в пакетах различных прикладных программ (ELCUT, FEMM и др.). В результате выполнения всех расчётов становятся известны электромагнитные силы и моменты, а также величина магнитного поля. Использование полевого подхода дает возможность произвести расчёты с высокой степенью точности, однако для его реализации необходим высокий уровень квалификации инженерного персонала.

В основе третьего подхода лежат дифференциальные уравнения, описывающие состояние электрического равновесия контура для одной фазы вспомогательного ВИД, а также

уравнения схемы замещения ее магнитной цепи. В связи с тем, что кривая намагничивания стали магнитопровода нелинейна, машинам данного типа присущи следующие особенности. Так, происходит существенное изменение параметров, входящих в состав уравнений. Помимо этого, из-за особенностей конструкции магнитной системы, в ВИД имеются зоны локального насыщения, оказывающие влияние на величины тока в фазных обмотках и электромагнитного момента. С целью сокращения расчетов обычно принимают ряд упрощающих допущений.

Особенности конфигурации магнитной системы, проектируемой ВИМ оказывают влияние на её характеристики, алгоритм управления, и находятся в прямой зависимости от области использования машины.

Главной целью маломощного привода масляного насоса ТТ является поддержание заданной скорости вращения, поэтому из трёх известных типов ВИМ (магнитоэлектрическим, независимым возбуждением) следует выбирать и проектировать именно магнитную систему машины с самовозбуждением. Обычно, для снижения пульсаций момента принимают магнитную систему ВИД с большим количеством фаз, однако при работе на насосную нагрузку требования к высокому качеству электромагнитного момента не предъявляются. Следовательно, поиск конфигурации магнитной системы ВИД, направленной на возможность использования стандартной недорогой элементной базы, снижающей стоимость преобразователя, диктует необходимость использования машин малой фазности (например, двухфазных ВИМ).

Для реализации идеи по замене трехфазного асинхронного электродвигателя масляного насоса ТТ электровоза на ВИМ, предлагается использовать комплексный подход, в котором помимо основных подходов, описанных выше, используется методика расчёта [4], заключающаяся в сохранении габаритных размеров двигателя, подлежащего замене. Данная методика предполагает использование в качестве дополнительных исходных данных уже известные размеры двигателя (внешний диаметр статора, диаметр вала ротора, длину магнитопровода).

Заключение

В ходе работы произведён анализ основных подходов к проектированию ВИМ, рассмотрены их преимущества и недостатки. Заключено, что выбор рационального подхода зависит от этапа проектирования машины.

С целью замены трехфазного асинхронного электродвигателя маслоснасоса ТТ на ВИМ целесообразно использовать комплексный подход, опирающийся на методику сохранения габаритных размеров двигателя, подлежащего замене.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фалев, В. В. Моделирование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя / В. В. Фалев // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2017. – № 2(45). – С. 102-106. – EDN YLFYPP.
2. Петрушин, А. Д. Моделирование вентильно-индукторного электродвигателя при неравномерном воздушном зазоре / А. Д. Петрушин // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2023. – Т. 66, № 4. – С. 40-45. – DOI 10.17213/0136-3360-2023-4-40-45. – EDN ASUNKE.
3. Фисенко, В. Г. Проектирование вентильных индукторных двигателей : методическое пособие по курсу "Специальная электромеханика" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Г. Фисенко, А. Н. Попов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . –М. : Изд-во МЭИ, 2005 . –56 с.
4. Могила, В. С. Особенности расчета вентильно-индукторных тяговых двигателей / В. С. Могила, Т. С. Королёнок // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. – 2011. – №2 (23). – С. 21-25.

УДК 629.5.02

Журбина Ирина Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zhurbina Irina Nikolaevna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Ло Чэнчжао, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Luo Chengzhao, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Морозова Олеся Анатольевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Morozova Olesya Anatolyevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ МОРСКОГО СУДНА INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF DESIGN OF THE MARINE SHIP

Аннотация. В статье представлена смоделированная корпусная конструкция морского судна с дальнейшим расчетом напряженно-деформированного состояния. Расчет прочности реализован в приложении APM FEM отечественной системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Приведены результаты исследования. Дана оценка состояния расчетной модели при действии на нее нагрузки, приближенной к реальным эксплуатационным условиям.

Abstract. The article presents a modeled hull structure of a marine ship with subsequent stress-strain analysis. Structural analysis is implemented in the APM FEM application of the Russian CAD system KOMPAS-3D. The results of the investigation are presented. Assessment of the computational mode is state under load approximating real operating conditions.

Ключевые слова: конструкция судна, 3D-модель, программное обеспечение, прочностной анализ, конечно-элементная модель, напряженно-деформированное состояние.

Key words: ship design, 3D-model, software program, strength analysis, finite element model, stress-strain state.

Введение

В современной практике при расчете конструкций на прочность, в том числе таких сложных, как судовые конструкции, используются системы автоматизированного проектирования (САПР). В качестве математического аппарата в этих системах «выступает» широко известный метод конечных элементов. Одной из таких САПР является отечественная программа КОМПАС-3D. Разработчик компания АСКОН. Непосредственно расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции проводятся в приложении APM FEM, подключаемой в КОМПАС-3D. [1]

Для адекватной оценки напряженно-деформированного состояния судовой конструкции необходимо:

- правильно смоделировать геометрическую модель;
- установить граничные условия;
- приложить нагрузку, соответствующую эксплуатационной;
- правильно выбрать необходимый материал.

Особое внимание уделяется дискретизации – построению и оптимизации конечно-элементной сетке, которая может быть разных типов: стержневой, пластинчатой, объемной.

Целью данной работы является исследование и оценка напряженно-деформированного состояния конструкции спроектированного сухогрузного судна в районе мидель-шпангоута. Для расчетов используется КОМПАС-3D, приложение APM FEM.

Основная часть

Для численного анализа выбрано универсальное сухогрузное судно проекта JH488-100-04 дедвейтом 7250 т (рисунок 1). Моделирование всей конструкции судна является трудоемким процессом, требующим от проектанта определенных навыков. Для анализа НДС в КОМПАС-3D построена 3D-модель секции судна (рисунок 2). Для конечно-элементного анализа включены все элементы, которые повышают прочность судна.

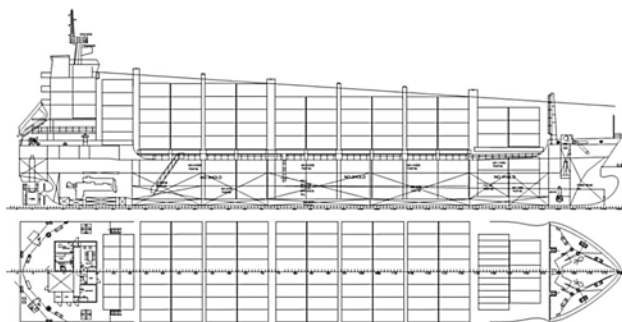


Рисунок 1 – Универсальный сухогруз проекта JH488-100-04

Конструкция днища со вторым дном включает в себя вертикальный киль, сплошной флор, днищевой стрингер, настил второго дна, крайний лист настила второго дна, обшивка днища, обшивка скулы, скуловой лист, ребра жесткости;

Конструкция двойного борта включает в себя внутренний борт (продольная переборка), наружная обшивка, горизонтальная диафрагма (платформа), вертикальная диафрагма, ширстрек, ребра жесткости.

Этапы моделирования 3D-модели секции включали в себя:

- формирование пластин наружной и внутренней обшивки борта и дна, соответственно;
- формирование стрингеров и флоров на основе пластин с последующим созданием технологических отверстий;
- формирование бракет и книц с помощью создания эскиза;
- установку профилей с помощью библиотеки компонентов;
- создание проколов (отверстий для прохождения ребер жесткости).
- сборочную компоновку через копирование пластин, а также с использованием команды «Массив» и сборку всех компонентов в единую модель корпуса.

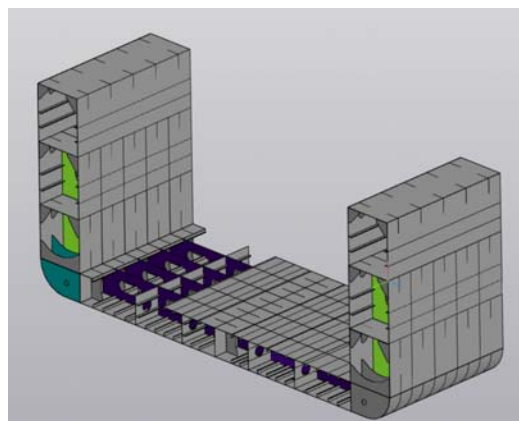


Рисунок 2 – 3D-модель секции судна проекта JH488-100-04

В данном исследовании проведен частичный анализ [2]. Исследован участок перекрытия смоделированной 3D-модели секции судна – двойного борта, подверженный нагрузке со стороны забортного давления. Расчетное давление: для точек выше ГВЛ 17 кПа, для точек ниже ГВЛ 48 кПа, в районе скулового пояса 74 кПа.

Результаты анализа представлены на рисунке 3.

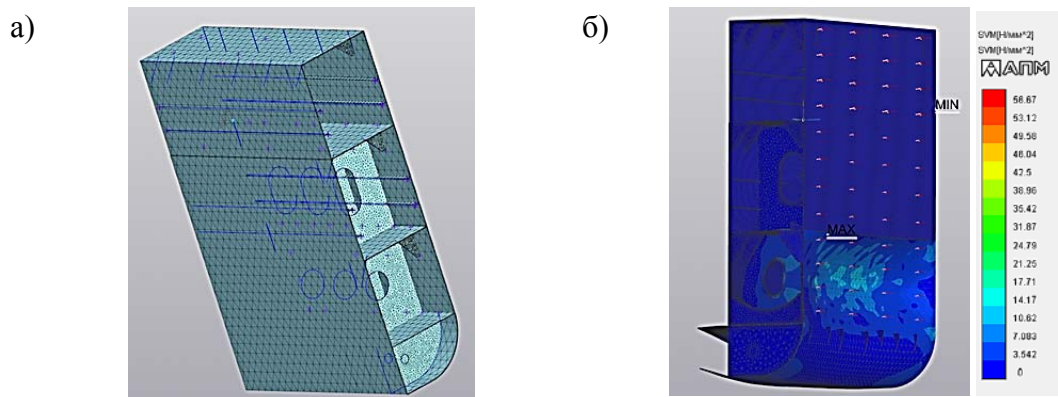


Рисунок 3 – Анализ конструкции:

а) конечно-элементная модель; б) результаты расчета напряжений

Заключение

В судостроительной отрасли из-за больших размеров конструкций трудно и очень дорого проводить полномасштабные натурные испытания для определения напряжений и деформаций в реальных условиях эксплуатации. Применение программных комплексов позволяет решить определенные типы задач, основными из которых являются расчеты прочности на начальных стадиях проектирования для возможной, если это необходимо, оптимизации конструкции. В программном расчете максимальные эквивалентные напряжения составили в районе скулового пояса 56,67 МПа, максимальное перемещение 0,29 мм. Рассмотренный пример применения приложения APM FEM показывает, что оно обеспечивает возможность проведения необходимых прочностных расчетов [3].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Система прочностного анализа APM FEM для КОМПАС-3D // АПМ.ру. – Раздел сайта «Инженерные расчеты для машиностроения и строительства». – URL: <https://apm.ru/apm-fem> (дата обращения: 04.10.2025).
2. Разработка руководства РС по оценке напряженно-деформированного состояния судовых корпусных конструкций методом конечных элементов / А. А. Петров, Е. А. Морозова, А. В. Соклаков, В. А. Суворов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2020. – № 60-61. – С. 75-83. – EDN KBSMFN.
3. Морозов, Е. Д. Опыт применения системы моделирования КОМПАС-3D при расчетах прочности судовых конструкций / Е. Д. Морозов, И. Н. Журбина // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. – С. 517-519. – EDN JDKMYT.

УДК 629.12

Колошенко Юлия Борисовна, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Koloshenko Yuliya Borisovna, Postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЕ МЕТОДЫ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ FINITE ELEMENT METHODS IN DESIGN TASKS SHIP STRUCTURES

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения конечно-элементных методов для оценки прочности судовых конструкций. Проводится обзор истории развития метода конечных элементов и его модификаций для решения задач определения напряженно-деформированного состояния конструкций в различных областях техники. Рассматриваются системы автоматизированного проектирования, используемые в настоящее время для задач проектирования судовых конструкций.

Abstract. The article discusses the application of finite element methods to assess the strength of ship structures. The article provides an overview of the history of the finite element method and its modifications for solving problems of determining the stress-strain state of structures in various fields of technology. Computer-aided design systems currently used for ship design tasks are considered.

Ключевые слова: метод конечных элементов, метод модуль-элементов, судовые конструкции, САПР-системы.

Key words: finite element method, modular element method, ship structures, CAD systems.

Введение

Полный технологический процесс проектирования судовых конструкций включает в себя несколько этапов. Одним из самых ответственных шагов по разработке конструкции судна является прочностной расчет, на основе которого должны быть определены, проверены и оптимизированы основные параметры всех несущих конструкций. Если первоначально для расчетов использовались аналитические методы, то с появлением вычислительной техники в настоящее время можно получать достоверные, экономичные и эффективные решения. Самый большой скачок в развитии методов расчета конструкций в любой области техники произошел в связи с разработкой метода конечных элементов (МКЭ).

Основная часть

Первоначально МКЭ использовался для решения задач космонавтики. Так имя широко используемой во всем мире программы Nastran происходит от названия американского агентства, занимающегося космическими исследованиями. В Советском Союзе повсеместное использование МКЭ для решения технических задач в кораблестроении, машиностроении и строительстве началось в 1960-х – 1970-х годах. На первых этапах вычислительные машины были очень громоздкими и занимали целые помещения отдельных зданий. С возникновением персональных компьютеров возможность проводить численные расчеты с помощью вычислительной техники появилась у отдельных слушателей. Но в начале 1980-х годов персональный компьютер представлял собой только инструмент для передачи алгоритмов программ и исходных данных для последующих вычислений на больших машинах.

Со временем персональные компьютеры превратились в самостоятельные устройства способные выполнять сложные вычисления. Но развитие широкого применения МКЭ сдерживало то обстоятельство, что персональные компьютеры в 1989-х годах обладали невысокими вычислительными ресурсами. Оперативная память персонального компьютера составляла всего несколько десятков мегабайтов и реализация классического МКЭ была существенно затруднена. Поэтому в это время велись разработки модификаций МКЭ, которые позволяли существенно понизить общее число неизвестных. Именно для решения прочностных задач судовых конструкций Постновым В.А. и Таранухой Н.А. был разработан метод-модуль элементов [1, 2].

Суть метода конечных элементов заключается в разбиении (дискретизации) конструкции на ряд отдельных подконструкций (конечных элементов) для которых на основании теоретических выкладок априори выводятся готовые решения. МКЭ имеет две основные формы – форма метода перемещений и форма метода сил. Практически во всех расчетных комплексах МКЭ реализуются в форме метода перемещений, так как он имеет наглядную физическую трактовку, а главное позволяет применять эффективные универсальные алгоритмы. В этом варианте МКЭ неизвестными являются линейные и угловые перемещения узлов расчетной схемы. После вычисления узловых перемещений все основные параметры напряженно-деформированного состояния конструкции определяются с помощью аппроксимирующих функций. Ниже на рис. 1 приведены функции распределения нормальных перемещений по длине балочного конечного элемента – полиномы Эрмита.

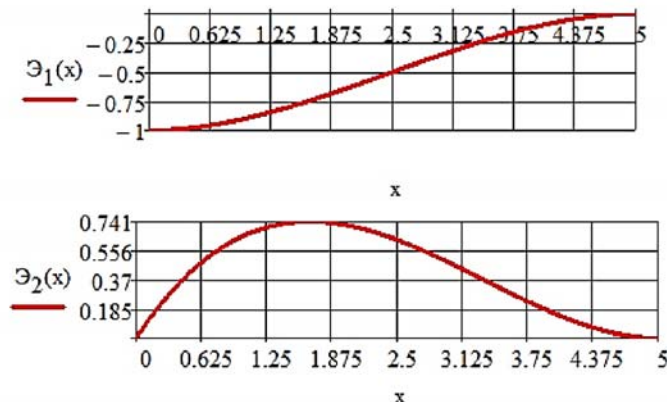


Рисунок 1 – Полиномы Эрмита

Функции распределения поперечных сил и изгибающих моментов по длине балочного конечного элемента определяются далее с помощью известных дифференциальных зависимостей справедливых для поперечного изгиба балок.

Метод модуль-элементов, разработанный Постновым В.А. и Таранухой Н.А. предполагает задание функций распределения перемещений по области конечного элемента не в виде набора отдельных функций, а в виде конечного числа произведений неизвестных обобщенных перемещений и соответствующих заранее выбранных координатных функций:

$$\begin{cases} u(x,s) = \sum_{i=1}^m U_i(x)\varphi_i(s), \\ v(x,s) = \sum_{k=1}^n V_k(x)\psi_k(s), \\ w(x,s) = \sum_{k=1}^n V_k(x)\chi_k(s). \end{cases} \quad (1)$$

Для своего времени модуль-элементов сыграл важную роль в решение множества практических задач, связанных с прочностными расчетами судовых конструкций.

В настоящее время, когда технически возможности компьютеров возросли на несколько порядков, в большинстве случаев отпала необходимость в использовании модификаций классического МКЭ, которые, как правило, приводят к большим погрешностям в определении НДС конструкций. И сейчас практически все современные расчетные комплексы используют классическую форму МКЭ.

Для проектирования судовых конструкций в настоящее время в России используется целый ряд комплексов. Выделим из них наиболее распространенные, разделив их условно на две группы: программные комплексы для разработки геометрической схемы кораблей и программные комплексы, используемые для решения прочностных задач.

Выбор программного комплекса зависит от задач проектирования: для проектирования корпуса, трубопроводов, оборудования и других элементов судна применяют специализированные программы, а для сложных конструкций – универсальные системы.

Заключение

В настоящее время МКЭ реализован в таких современных программных комплексах: K3-Ship Pro, САПС, приложение APM FEM программы КОМПАС-3D и т.д.

K3-Ship Pro – программный комплекс для проектирования конструкций корпуса, трубопроводов, оборудования и других элементов судна. Позволяет решать задачи разработки рабочей конструкторской и плазово-технологической документации для постройки судна [3].

САПС – интегрированная система автоматизированной конструкторской и технологической подготовки корпусных производств верфи. Обеспечивает рабочее проектирование корпуса судна и технологическую подготовку корпусообрабатывающего, сборочно-сварочного и корпусостроительного производств верфи.

Приложение APM FEM предназначен для расчетов напряженно-деформированного состояния, устойчивости, термоупругости, стационарной теплопроводности [4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Постнов, В. А. Метод модуль-элементов в расчетах судовых конструкций / В. А. Постнов, Н. А. Тарануха – Л. : Судостроение, 1990. – 317 с
2. Тарануха, Н. А. Безлюковые контейнеровозы / Н. А. Тарануха, А. Д. Бурменский – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 248 с.
3. Обучение программированию. Язык Pascal. Учебное пособие / Н. А. Тарануха, Л. С. Гринкруг, А. Д. Бурменский, С. В. Ильина. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 384 с. – ISBN 978-5-91359-050-3. – EDN RAZLID.
4. Журбина, И. Н. Применение системы APM FEM для расчетов прочности судовой корпусной конструкции / И. Н. Журбина // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 494-496.

УДК 593.3

Кравченко Андрей Константинович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kravchenko Andrey Konstantinovich, Postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Марьин Сергей Борисович, доктор технических наук, профессор, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Maryin Sergey Borisovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОГАЗОВЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МЕТОДАМИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ANALYSIS OF MANUFACTURING OF PARTS OF HYDROGAS SYSTEMS OF AIRCRAFTS BY FORMING METHODS

Аннотация. В работе авторами рассмотрены основные существующие методы формообразования при изготовлении деталей гидрогазовых систем летательных аппаратов. Выявлены определяющие факторы процесса формообразования трубных заготовок. Проанализированы достоинства и ограничения современных методов формообразования и намечены пути дальнейших исследований в данной области.

Abstract. In the work, the authors considered the main existing methods of shaping in the manufacture of parts of hydrogas systems of aircraft. Determining factors of the pipe billet formation process were identified. Advantages and limitations of modern forming methods are analyzed and ways of further research in this field are outlined.

Ключевые слова: формообразование, штамповка, обжим, раздача, трубная заготовка.

Key words: shaping, stamping, crimping, distribution, tube stock.

Введение

Важнейшей проблемой современного производства летательных аппаратов (ЛА), является увеличение производительности труда, повышение эффективности производства и качества конечного продукта за счет повышения эффективности существующих и разработки новых технологических процессов. Особое внимание в этой проблеме отводится повышению эффективности использования процессов листовой штамповки, различными методами которой изготавливается до 75 % деталей планера самолета.

Решение проблемы повышения качества изделия возможно только путем повышения эффективности производства за счет разработки новых и совершенствования существующих технологических процессов формообразования, которые должны обеспечивать высокие механические характеристики материала труб, качество внутренней и внешней поверхностей, минимальное искажение формы поперечного сечения трубы минимальных утонений в зонах локальных деформаций. Таким образом, задачи разработки новых принципиальных способов изготовления труб из алюминиевых, стальных, титановых трубных заготовок (ТЗ), а также повышения эффективности существующих способов становится весьма актуальной задачей.

Основная часть

В основе конструирования гидрогазовых систем современного авиастроения лежит применение тонкостенных конструкций, полученных разными методами из трубных заготовок. Яркими представителями указанных деталей являются компенсаторы, баллоны, управляющие тяги, обтекатели, переходники, корпусные детали с криволинейными формами образующих поверхности и прочие аналогичные конструкции.

Производство этих деталей осуществляется путем технологий на основе гидроформовки, прессования в жёстких штампах методом вытяжки, ротационного деформирования, обжима и гибки-раздачи ТЗ, формообразования с использованием эластичных технологических сред, токарно-давильной обработки сварных заготовок, прессования методом вытяжки в жёстких штампах и других специализированных подходах. Для интенсификации перечис-

ленных процессов в практике формообразования часто используют методы электроимпульсной обработки.

В качестве дополнительных элементов, применяемые в трубопроводах гидрогазовых систем летательных аппаратов применяют переходники, а также детали: ступенчатые, с торoidalной законцовкой или с фланцем, с раструбом и аналогичные конструкции.

Изделия указанных форм, учитывая характеристики исходных ТЗ, изготавливаются путем применения технологических процессов обжима либо раздачи. Обжим представляет собой процесс уменьшения линейных и радиальных размеров полости заготовки посредством равномерного воздействия инструментом по всему её периметру. Раздача же заключается в увеличении соответствующих размеров полых заготовок также при одновременном воздействии инструмента по всему контуру изделия.

Определяющие факторы процесса формообразования ТЗ

В гидрогазовых системах ЛА соединительные детали обязаны выдерживать зачастую экстремальные условия эксплуатации. Это требует учета всех возможных факторов, оказывающих влияние на их окончательное качество.

1. Среди распространенных **дефектов** при изготовлении патрубков выделяют: потеря устойчивости стенок ТЗ; торцевые разрушения ТЗ; формирование защитного выступа («козырька») на торцевой поверхности ТЗ; спиральные искривления профиля ТЗ.

В совокупности указанные выше виды дефектов приводят к основным видимым повреждениям ТЗ в виде трещин и гофра.

2. При изготовлении ТЗ ЛА неоспоримыми лидерами, способными обеспечить высокое качество конечных изделий, являются следующие **виды и марки материалов**: титановые сплавы (ОТ4, ОТ4-1, ВТ20); алюминиевые сплавы (АМГ2М, АМГ6М, АМЦМ, Д16Т); высокопрочные коррозионностойкие стали (12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т).

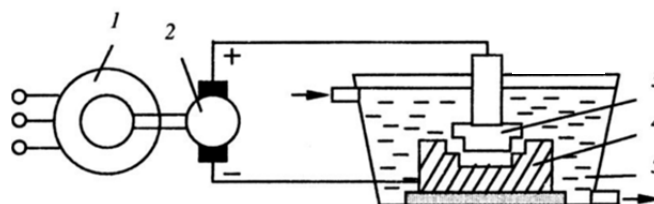
3. Важными количественными показателями процесса формообразования трубных деталей ЛА являются **физико-механические свойства материала** заготовки.

Анализ формообразования трубопроводных деталей [1] позволил выделить основные физико-механические характеристики материала ТЗ, среди которых самыми информативными являются: степень деформации (ϵ), скорость ее развития (ξ) и уровень температурной нагрузки (θ). Большое значение имеют количественные характеристики, повышающие эффективность пластической деформации, препятствующие разрушению и потере устойчивости. Гидростатическое давление, к примеру, способно увеличивать реальные деформации разрушения многих материалов при сжимающих напряжениях, близких к пределу их прочности.

Основные методы формообразования ТЗ

1. **Электроимпульсная обработка (ЭИО)** осуществляется путём воздействия на поверхность заготовки концентрированным электрическим разрядом – кратковременным импульсом электроэнергии, локализованным в определённом объёме пространства и времени (рисунок 1). Этот электрический импульс преобразует свою энергию в тепло непосредственно в области соприкосновения электрода, заготовки и рабочей среды, провоцируя быстрый нагрев, плавление и испарение материала на определенных участках поверхностей обрабатываемого электрода.

Электромагнитное поле концентрируется на дефектах структуры металла. Возникают градиенты температур между нагретыми дефектными зонами и ненагретыми бездефектными. Образуются значительные термоупругие сжимающие напряжения на дефектах. Устранению структурных дефектов в условиях усиленной активации диффузионных процессов способствуют возникающие напряжения между параллельными токами, протекающими вокруг них. При прохождении импульса тока происходит рекристаллизация в многочисленных микроробластях металла. Результатом электроимпульсной обработки является улучшение пластических свойств металла, сопровождающееся небольшим ухудшением его прочностных характеристик.



1 – электродвигатель; 2 – генератор постоянного тока; 3 – электрод – инструмент;
4 – заготовка-электрод; 5 – ёмкость

Рисунок 1 – Схема ЭИО

Анализ влияния ЭИО на титановые сплавы [2] продемонстрировал увеличение на 10...45 % их пластичных свойств, отсутствие отжига в силу кратковременного характера воздействия, а также склонность к деформационному упрочнению. Установлено, что дополнительное применение ЭИО снижает условный предел текучести, повышает прочность на 3...19 %, что свидетельствует о повышении штампуемости материала ТЗ.

Следовательно, применение ЭИО при формообразовании титановых сплавов можно рекомендовать в качестве предварительной обработки, поскольку технология повышает его пластические характеристики и способность к штамповке.

2. Процесс гибки-раздачи – это технология, при которой прямая трубная заготовка подвергается деформации, приобретая необходимую форму. Схема данного процесса приведена на рисунке 2.

Сердечник 1, имеющий форму рога, продвигается вдоль штанги 6. Штанга одним концом прочно прикрепляется к станине гидравлического пресса, другим своим концом удерживая промежуточное кольцо 3. Между ними расположен кольцевой индукционный элемент 2, подключенный к установке с высокочастотным питанием (ВЧУ). Индуктор обеспечивает нагрев сердечника и самой трубной заготовки при прохождении последней через сердечник. Для осуществления самого процесса используется подвижная траверса 7, прикладывающая необходимое усилие P . Под действием давления трубная заготовка 5 направляется на рогообразный сердечник, формируя деталь заданной геометрии – крутоизогнутый патрубок. Функция промежуточного кольца 3 состоит в защите штанги от передачи тепла, возникающего при обработке. Пространство между штангой и заготовкой, обозначенное номером 4, предназначено для подачи смазочного материала, облегчающего перемещение заготовки по сердечнику.

Таким образом, процесс гибки-раздачи эффективно применяется для формирования сложных геометрических профилей из трубных заготовок, обеспечивая высокую точность и надежность готовой продукции.

Анализ граничных возможностей технологии одно-временной гибки и раздачи ТЗ по пуансонам рогообразной и конусообразной конфигурации [3] позволил выявить стрессовые зоны возникновения дефектов и подтвердил необходимость оптимизации напряжённо-деформированного состояния в процессе гибко-раздаточного формообразования. Повышение эффективности процесса достигается уменьшением контактного трения между ТЗ и формообразующей оснасткой; изменением геометрии контактных поверхностей пуансонов; выполнением технологических операций подготовки ТЗ и выбором оптимальной формы заготовки.

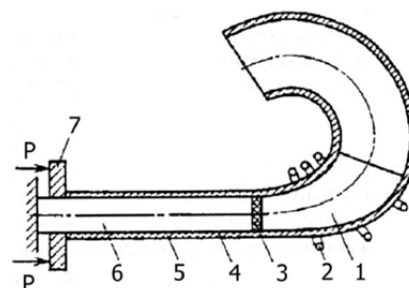
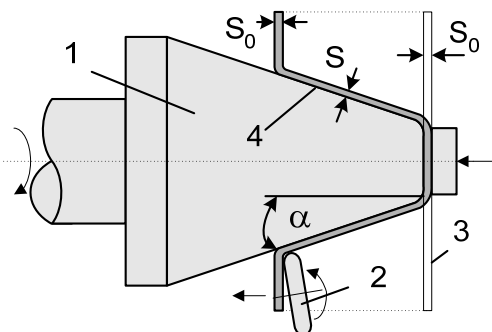


Рисунок 2 – Схема процесса гибки-раздачи по рогообразному сердечнику

3. Ротационное локальное деформирование. Метод ротационной вытяжки (рисунок 3) основан на постепенном деформировании листовой заготовки давящим роликом, перемещающимся вдоль оси вращения конической оправки. Регулировка зазора между оправкой и роликом производится эквивалентно толщине исходной заготовки.

Процесс ротационной вытяжки может протекать по закону «синуса» и с отступлением от него. По закону «синуса» деформация протекает таким образом, что толщина стенки дета-

ли изменяется пропорционально углу наклона оправки: $S = S_0 \sin \alpha/2$, где S – полученная толщина стенки детали; S_0 – начальная толщина стенки заготовки; $\alpha/2$ – угол половины конусности оправки. Применение закона «синуса» облегчает условия деформации, распределяя нагрузки равномерно и снимая избыточные напряжения с фланца детали. Несоблюдение закона «синуса» ведет к неравномерному распределению нагрузок и повышенной вероятности образования дефектов в изделии.



1 – оправка-конус; 2 – ролик давящий; 3 – заготовка листовая; 4 – деталь

Рисунок 3 – Схема ротационной вытяжки

Анализ технологии ротационной вытяжки [4] продемонстрировал ее особенности, а именно: на поверхности заготовки внутри зоны деформирования возникают преимущественно сжимающие напряжения; однако внутри слоев материала напряжения могут практически отсутствовать или, наоборот, становиться растягивающими. Выявленные в ходе анализа преимущества ротационных методов производства деталей типа «переходник» обусловлены возможностью достичь высоких степеней деформации, превышающих показатели традиционных технологий. Такие процессы могут рассматриваться как дополнительное средство повышения эффективности наряду с классическими технологиями. Дополнительно рекомендуется применять методы предварительной подготовки заготовок перед формованием, такие как электроимпульсная обработка (ЭИО) и термическая обработка. Эти меры помогают повысить качество и стабильность результатов деформирования.

4. Формообразование ТЗ эластичными и сыпучими средами. Штамп для обжима эластичной средой представляет собой контейнер, внутрь которого жестко устанавливается разборная матрица требуемой конфигурации. Затем на поверхность матрицы надевают ТЗ, пространство между которой и внутренней поверхностью контейнера заполняют сыпучей или эластосыпучей средой. Далее сверху вводится нажимной пуансон, передающий давление от штока гидравлического пресса непосредственно на эластичную среду. Эластичная среда оказывает давление на стенки ТЗ, вследствие чего осуществляется ее формообразование согласно форме матрицы. Наибольшее значение в ходе процесса уделяется изготовлению деталей типа тройника, поскольку именно эта форма является самой трудной для производства.

Анализ формообразования ТЗ с использованием эластичных сред [5] позволил выявить особенности данного технологического процесса, определить номенклатуру материалов для ТЗ и их физико-механические свойства. Проведенный анализ подтвердил целесообразность увеличения эффективности процесса посредством введения температурных воздействий и определил ряд приоритетных направлений дальнейшей научной работы. К ним относятся построение математических моделей распределения давления внутри эластичных и сыпучих сред, выполнение опытно-экспериментальных испытаний для оценки максимальной эффективности технологических решений, разработка расчетных алгоритмов на основе метода конечных элементов и формирование рекомендаций по применению полученных выводов в промышленном производстве.

Выводы

Анализируя существующие методы формообразования деталей гидрогазовых систем летательных аппаратов, можно отметить следующее. В современных производственных условиях, которые отличаются развернутой номенклатурой деталей, выполненных из труб-

ных заготовок, а также при частой сменяемости или модернизации конечного изделия, высокую актуальность приобретают процессы формообразования трубных заготовок с помощью эластичных и сыпучих сред, поскольку этот метод позволяет сократить сроки переналадки производства и значительно снизить затраты на производство или приобретение штампового инструмента.

Заключение

Таким образом, ограниченность традиционных технологий формообразования ТЗ требует поиска инновационных подходов, способствующих сокращению числа операций, достижению больших степеней формообразования за один переход, сокращению номенклатуры технологической оснастки. Следовательно, исследование и развитие методологических основ, обеспечивающих получение высококачественных тонкостенных ТЗ гидрогазовых систем ЛА, представляет собой перспективное направление научных исследований, особенно в тех случаях, когда производственные условия требуют выпуска авиационных деталей с требуемыми параметрами качества при наименьших финансовых расходах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Денисов, В. Т. Напряженно-деформированное состояние толстостенной трубы под действием внутреннего давления и осевого усилия / В. Т. Денисов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1974. – № 3. – С. 19-22.
2. Марьин, Б. Н. Интенсификация формообразования деталей из трубчатых заготовок / Б. Н. Марьин, Ю. Л. Иванов, В. М. Сапожников. Под ред. Марьина – М.: Машиностроение, 1996, – 176 с.
3. Марьин, Б. Н. Интенсификация процесса раздачи трубных заготовок из титановых сплавов воздействием импульсного электрического тока / Б. Н. Марьин, Е. А. Макарова, О. В. Попов [и др.] // Сборник ВГТУ 4-ая Международная конференция «Действие электромагнитных полей на пластичность и прочность материалов». – Воронеж: ВГТУ, 1996. – С. 136–137.
4. Могильный, Н. И. Ротационная вытяжка оболочковых деталей на станках / Н. И. Могильный. – М.: Машиностроение, 1983. – 192 с.
5. Богоявленский, К. Н. Штамповка полых деталей эластичными средами и жидкостью / К. Н. Богоявленский – В кн.: Изготовление деталей пластическим деформированием. Л.: Машиностроение, 1975, – С.337-350.

УДК 629.78

Кривенко Марина Юрьевна, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Krivenko Marina Yuryevna, Senior lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

ВОЗМУЩАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РОТОРНЫХ УСТРОЙСТВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ

DISTURBING TORQUES OF ROTARY DEVICES AFFECTING THE SPACECRAFT

Аннотация. В статье рассмотрены внутренние возмущающие моменты, возникающие от роторных устройств в системах космического аппарата, оказывающие влияние на систему ориентации и стабилизации аппарата. Приведена схема формирования внутреннего возмущающего момента от электронасосного агрегата, описаны устройства для их компенсации.

Abstract. This article examines the internal disturbance torques generated by rotor devices in spacecraft systems, which impact the vehicle's attitude control and stabilization systems. A diagram of the internal disturbance torque generated by an electric pump unit is presented, and devices for compensating for it are described.

Ключевые слова: роторные устройства, возмущающие моменты, космический аппарат, система ориентации и стабилизации

Key words: rotor devices, disturbing moments, spacecraft, orientation and stabilization system

Введение

Система ориентации и стабилизации (СОС) – система КА, обеспечивающая определённое положение осей аппарата относительно заданных направлений и сохранение этого положения. Ориентация – поддержание заданного положения аппарата. Стабилизация – восстановление положения КА, нарушенное из-за воздействия возмущающих сил и реактивных моментов, создаваемых роторными устройствами в системах КА. СОС подразделяется на пассивную и активную, в пассивной управляющий момент создается при взаимодействии КА с окружающей средой, к ней относятся гравитационная, инерционная, аэродинамическая и магнитная системы. В активной СОС на создание момента расходуются топливо и энергия источников питания, к ней относят инерционные маховики, газовые сопла, электромагниты [1].

Основная часть

Источником внутренних возмущающих моментов являются роторные устройства в системах КА. Частным случаем является электронасосный агрегат (ЭНА) системы терморегулирования КА [2]. Каждый ЭНА состоит из двух функциональных устройств, центробежного насоса (ЦН) и электропривода. Электрический привод включает в себя вращающийся якорь и неподвижный статор. В конструкцию ЦН входит корпус, имеющий спиральный или кольцевой сборник и рабочее колесо. Якорь двигателя с закреплённым на нём рабочим колесом насоса составляют ротор ЭНА.

По функциональному признаку ротор ЭНА условно можно поделить на 2 части:

1) приводная часть ротора, благодаря электромагнитному полю генерирующая крутящий момент;

2) проточная часть ротора, преобразующая механическую энергию вращения в гидравлическую энергию рабочего тела циркуляционной системы. Компонировка ротора ЭНА представлена на рисунке 1.

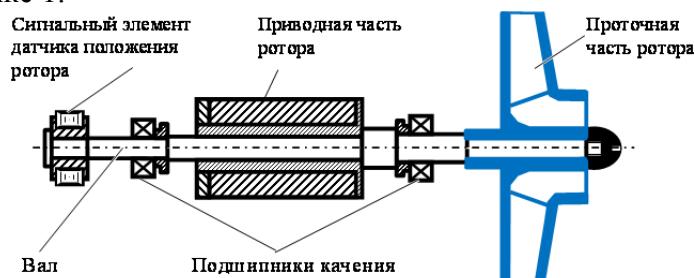


Рисунок 1 – Ротор ЭНА

Последовательность и содержание этапов преобразования энергии представлены на рисунке 2, в котором приняты обозначения:

- 1) ЭЭ – электрическая энергия;
- 2) МЭ – механическая энергия;
- 3) ГЭ – гидравлическая энергия.
- 4) СЭС КА – система электроснабжения космического аппарата;
- 5) ЭБ-К – электронный блок-коммутатор ЭНА;
- 6) ЭП – электропривод ЭНА;
- 7) ЦБН – центробежный насос ЭНА.

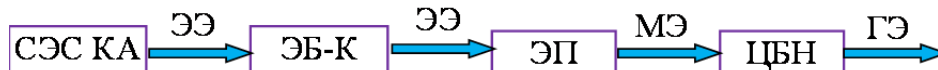


Рисунок 2 – Последовательность преобразования энергии при функционировании ЭНА

Роторные устройства создают момент, называемый моментом сопротивления M_c (н·м), который включает в себя:

- $M_{\text{нагр}}$ – момент нагрузки;
- M_{Jp} – инерционный момент, генерируемый моментом инерции ротора J_p (кг·м²);
- $M_{\text{тр.як}}$ и $M_{\text{тр.подш}}$ – моменты механических потерь от трения, соответственно, рабочего тела о якорь и подшипников качения.

Указанные выше моменты за исключением момента инерции J_p , формируют реактивный момент сопротивления, который препятствуя вращению ротора, стремится поворачивать КА в сторону, противоположную вращению ротора ЭНА. Анализ составляющих реактивного момента сопротивления указывает на то, что возможность его снижения, при сохранении полезной мощности агрегата, связана с повышением КПД ЭНА.

Инерционный момент не зависит от энергетической эффективности ЭНА, рассмотрим эксплуатационные факторы, порождающие этот момент.

Момент M_{jp} обусловлен тем, что вращение ротора ЭНА порождает центробежную силу, пропорциональную массе ротора и квадрату расстояния до оси вращения. Из-за центробежной силы, вследствие гироскопической инерции, раскрученный ротор стремится сопротивляться изменениям в его ориентации. Влияние массы и ее распределение в роторе ЭНА характеризуется моментом инерции J_p , который определяется как сумма моментов инерции роторных частей: якоря, рабочего колеса, нижней обоймы подшипников качения. Полный гироскопический эффект вращающегося ротора характеризуется его кинетическим моментом – $\vec{H}$. Кинетический момент – векторная величина, характеризующаяся направлением. На рисунке 3 кинетический момент представлен стрелкой, направленной вдоль оси вращения ротора ЭНА.

Инерционный момент $\vec{M}_{J_p}$ образуется двумя составляющими – динамическим $\vec{M}_{дин}$ и гироскопическим $\vec{M}_{гир}$ моментами. Оба момента, имея инерционную природу возникновения. Момент $\vec{M}_{J_p}$ зависит от скорости изменения угловых факторов вращения – угловой скорости ротора ω и скорости изменения угла φ . Моменты $\vec{M}_{дин}$ и $\vec{M}_{гир}$ существуют только во время переходных режимов.

При помощи схемы размещения, возможно, уравновесить часть возмущающих моментов, оставшиеся моменты компенсируют двигатели-маховики (ДМ) [3]. У КА «Метеор» и «Ресурс» в качестве исполнительных органов СОС для компенсации возмущающих моментов применяли асинхронные двигатели с электронными преобразователями, в дальнейшем были созданы ДМ (рисунок 4), управляющий момент которых составлял 0,21 Н·м, кинетический момент – 19,6 Н·м·с, сам ДМ располагается в герметичном кожухе и содержит перепускной магнитный клапан.

У телевизионного спутника «Молния» в качестве исполнительных органов СОС применялся гиросиловой стабилизатор (рисунок 5), кинетический момент которого составлял 100 Н·м·с, управляющий момент – 0,4 Н·м. Частота вращения гиросилового стабилизатора – 200 об/мин, масса – 85 кг [4].

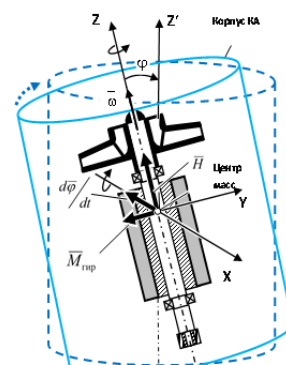


Рисунок 3 – Схема формирования гироскопического момента ЭНА



Рисунок 4 – ДМ компании НПП ВНИИЭМ

У станции «Мир» в качестве органов СОС применяли двухступенные силовые стабилизаторы-гиродинны с магнитным подвесом ротора (рисунок 6), кинетический момент которых составлял 1000 Н·м·с, управляющий момент – 200 Н·м; диаметр ротора составлял 0,4 м; частота вращения – 10000 об/мин; масса ротора – 40 кг; масса комплекта с электронной аппаратурой – 165 кг.



Рисунок 5 – Гиросиловой стабилизатор



Рисунок 6 – Двухступенной гиросиловой стабилизатор-гиродин

Заключение

ДМ насыщаются кинетическим моментом и существует необходимость их разгрузки при помощи реактивных двигателей [5], содержащих ограниченное количество запасов топлива, что напрямую влияет на срок службы КА. Один из путей увеличения срока службы КА – снижение внутренних возмущающих моментов, создаваемых ЭНА за счет модификации проточной части ротора с целью уменьшения угловой скорости ротора ЭНА.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Туманов, А. В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов (2-е издание) / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. – Москва : Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2016. – 576 с.
2. Москатиньев, И. В. Система обеспечения теплового режима / И. В. Москатиньев, Д. В. Тулин // Многофункциональная космическая платформа навигатор : Посвящается 80-летию Научно-производственного объединения имени Семёна Алексеевича Лавочкина и 60-летию космической эры. – Химки : Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина, 2017. – С. 194-228.
3. Зеленцов, В. В. Исполнительные органы систем управления движением космических летательных аппаратов и ракет / В. В. Зеленцов, В. И. Никитенко. – Москва : Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2014. – 32 с.
4. Электромеханические устройства космических аппаратов и ракет-носителей / В. Я. Авербух, Д. М. Вейнберг, В. П. Верещагин [и др.] // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2001. – Т. 100. – С. 89-96.
5. Хромов, А. В. Взаимодействие корректирующей двигательной установки с системой ориентации космического аппарата / А. В. Хромов // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2012. – Т. 127, № 2. – С. 27-32.

УДК 621.01

Куриный Владислав Викторович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Kuriny Vladislav Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ЛАБОРАТОРИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОМСОМОЛЬСКОГО-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ADDITIVE TECHNOLOGIES LABORATORY OF KOMSOMOLSK-NA-AMURE STATE UNIVERSITY

Аннотация. В статье рассматривается созданная в Комсомольском-на-Амуре государственном университете совместно с ПАО Яковлев лаборатория аддитивных технологий. Приводится общее описание лаборатории, приводится список нового закупленного оборудования. Приведены технические характеристики оборудования, технологические особенности оборудования, возможные режимы печати, а также список возможных применяемых филаментов.

Abstract: This article discusses the additive manufacturing laboratory established at Komsomolsk-na-Amure State University in collaboration with Yakovlev JSC. A general description of the laboratory is provided, along with a list of newly purchased equipment. Technical specifications, technological features, and possible printing modes are also provided, along with a list of possible filaments used.

Ключевые слова: Лаборатория, 3D принтеры, аддитивные технологии, 3D печать.

Key words: Laboratory, 3D printers, additive technologies, 3D printing.

Введение

Режим жестких первичных и вторичных санкций введенный западной европой и поддерживающими ее странами, привел к значительным трудностям в обеспечении производства и населения различными комплектующими и запасными частями к технике. процесс закупки и доставки запчастей и комплектующих значительно подорвал и удлинился по времени. Как известно процессы аддитивного производства позволяют быстро изготавливать прототипы и полнофункциональные изделия единичными и мелкосерийными партиями. В качестве материалов могут применяться, как пластики так и резинообразные филаменты. В связи с чем развитие лабораторий аддитивного производства становится весьма актуальной задачей. В Комсомольском-на-Амуре государственном университете (КнАГУ) на базе существующей лаборатории аддитивных технологий совместно с ПАО "Яковлев" был проведен ремонт помещений и закуплено новое, современное оборудования для аддитивного производства. Цель приведенной ниже статьи познакомить читателя с лабораторией аддитивных технологий, с установленным в ней оборудованием и его возможностями. Приводятся как основные характеристики оборудования такие как температура печати, размер рабочей области так и перечисляются возможные к применению филаменты.

Основная часть

Территориально лаборатория аддитивных технологий размещается в трех аудиториях 430, 432 и 430а третьего корпуса на четвертом этаже. При помощи ПАО Яковлев в аудиториях сделан современный ремонт, установлена новая мебель и заменены оконные проемы. Аудитории соединены между собой проходами. Имеется два входа - выхода. В аудитории 432а подключена вода и установлена мойка для мытья рук.

Аудитория 430 – лекционная оснащена 9 компьютерами, экраном телевизора и маркерной доской (рисунок 1). Она предназначена для проведения лекционных, практических и лабораторных работ.

В аудитории также установлены пять 3D принтеров Bambu Lab X1 Carbon (рисунок 2). Основные характеристики принтеров 3D принтеров Bambu Lab X1 Carbon приведены в таблице 1



Рисунок 1 – Внешний вид аудитории 432



Рисунок 2 – 3D принтер Bambu Lab X1 Carbon

Аудитория 432 предназначена для проведения лабораторных и практических работ по дисциплине "Аддитивные технологии", выполнения научно-исследовательских и хозяйственных работ (рисунок 3).

Таблица 1 – Технические характеристики 3D принтера Bambu Lab X1 Carbon

Технология печати	FDM/FFF
Диаметр нити	1.75 мм
Тип материала	ABS, PLA, PETG, Flex, ASA, PC, PET, TPU
Размер области построения	256 × 256 × 256 мм
Количество экструдеров (печатающих головок)	1
Температура в печатной камере	60 °C
Диаметр сопла (мм)	0,4
Максимальная температура сопла	до 250 °C



Рисунок 3 – Внешний вид аудитории 430

В аудитории установлены промышленные принтеры 3D принтер Picasso Dessigner XL PRO (рисунок 4) и CreatBot PEEK-300 (рисунок 5)



Рисунок 4 – 3D принтер Picasso Dessigner XL PRO



Рисунок 5 – 3D принтер CreatBot PEEK-300

Технические характеристики принтера Picasso Dessigner XL PRO приведены в таблице 2 а принтера CreatBot PEEK-300 в таблице 3

Таблица 2 – Технические характеристики принтера Picasso Dessigner XL PRO

Тип экструдера	Direct
Область печати	360×360×610 мм
Диаметр сопла (мм)	0,5
Толщина слоя, мкм	от 10 микрон (0.01 мм)
Точность позиционирования	XY: 11 мкм. Z: 1.25 мкм
Максимальная температура печати	430 °C
Максимальная температура стола	150 °C
Активный подогрев камеры	до 90 °C
Основной материал	PLA, ABS, FORMAX, HIPS GF, RELAX, TOTAL CF-5, PVA, HIPS, PPX, FLEX, PA12CF, PA Support, ULTRAX, RUBBER, Nylon 6C M4, Nylon SC M7, ePAHT-CF, Titan GF-12, PC, Nylon, PSU, PEI ULTEM 9085, PEEK, PA6, PA12, PA66, PP, ASA, ABS/PC, TPU, PET, PETG, PMMA, AEROTEX, CERAMO, WAX, SBS

Таблица 3 – Технические характеристики принтера CreatBot PEEK-300

Тип материала	ABS, PLA, PETG, Flex, Nylon (Нейлон), Carbon, PEEK, Nylon SC M7, ePAHT-CF, Titan GF-12, PC, PSU, PEI ULTEM 9085, PEEK, PA6, PA12, PA66, PP, ASA, ABS/PC, TPU, PET, PETG, PMMA, AEROTEX, CERAMO, WAX, SBS другие
Размер области построения	300x300x400 мм
Количество экструдеров (печатающих головок)	2
Точность позиционирования по оси XY	0,01 мм
Точность позиционирования по оси Z	0,0025 мм
Температура подогрева площадки	до 200°C
Температура в печатной камере	до 120 °C
Толщина слоя	0,04-0,4 мм
Рабочая температура экструдера	до 480°C
Система охлаждения	Воздушный насос охлаждения и жидкостное охлаждение
Скорость печати	10-150 мм/с

Кроме указанных выше принтеров в аудитории 432 установлены два фотополимерных принтера 3D принтер ANYCUBIC PHOTON M3 MAX (рисунок 6) и D принтер Phrozen 4K (рисунок 7).



Рисунок 6 – 3D принтер ANYCUBIC PHOTON M3 MAX

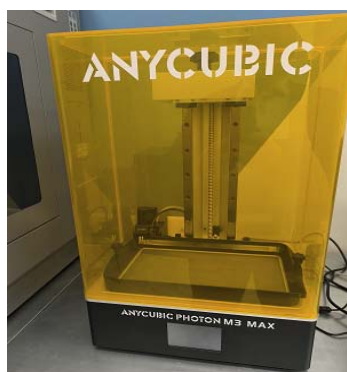


Рисунок 7 – 3D принтер Phrozen 4K

Кроме перечисленных выше принтеров в аудитории 430 установлен 3D сканер (рисунок 8).

В аудитории 430а установлен 5D принтер Stereotech Fiber 530 V5 (рисунок 9). Он позволяет печатать без поддержек и одновременно производить армирование изделия углеволокном. Основные характеристики 5D принтер Stereotech Fiber 530 V5 приведены в таблице 4.



Рисунок 8 – 3D сканер

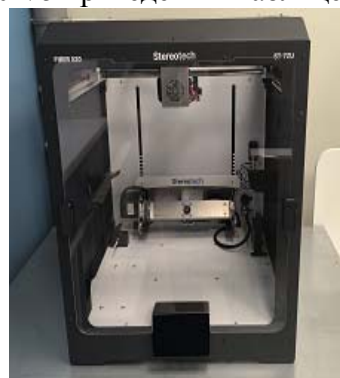


Рисунок 9 – 5D принтер Stereotech Fiber 530 V5

Таблица 4 – Технические характеристики 5D принтера Stereotech Fiber 530 V5

Технология печати	FDM, 5Dtech
Количество экструдеров	2 (филамент + непрерывное волокно)
Область печати	300×300×300
Точность позиционирования	XY: 1,56 мкм; Z: 1,25 мкм. По координате A: 2'15" (0,037°). По координате C: 2'15" (0,037°)
Максимальная температура печати	320 °C
Максимальная температура стола	120 °C
Основной материал	серии: Sealant, Fiberpart, Metalcast, Enduse, Proto; ABS, PLA, HIPS, PVA, ASA, PETG, ABS/PC, TPU, PC, PBT, FLEX, SBS, NYLON

Кроме перечисленного выше оборудования также установлено и другое специализированное оборудование необходимое в аддитивном производстве.

Заключение

Таким образом, в КнАГУ при содействии ПАО "Яковлев" создана современная лаборатория аддитивных технологий способная решить широкий спектр технических и технологических задач. Широкий выбор принтеров с разными способами подачи пластика в экструдер делает возможным изготавливать изделия как из высокотемпературных, инженерных пластиков так и из резинообразных.

УДК 539.3, 539.52

Левченко Владислав Сергеевич, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Levchenko Vladislav Sergeyevich, Postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бормотин Константин Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bormotin Konstantin Sergeyevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ОБТЯЖКОЙ НА ПРЕССЕ T-600+*/

STUDY OF THE INFLUENCE OF FRICTION ON THE QUALITY OF PARTS OBTAINED BY DRAWING ON THE T-600 PRESS

Аннотация. Для получения деталей обшивок одинарной и двойной кривизны на авиастроительных предприятиях используется технология обтяжки. Современные обтяжные прессы посредством числового программного управления позволяют задать рациональную траекторию деформирования. Низкое качество деталей, полученных обтяжкой, связано с образованием разнотолщины заготовки и гофр. Для определения рациональной схемы обтяжки анализируются различные варианты с учетом влияния трения.

Abstract. To obtain single- and double-curvature skin panels at aircraft manufacturing enterprises, the stretch forming technology is used. Modern stretch forming presses, through numerical control programming, allow setting an optimal deformation trajectory. The low quality of parts produced by stretch forming is associated with the formation of uneven thickness in the blank and wrinkles. To determine the optimal stretch forming scheme, various options are analyzed taking into account the influence of friction.

Ключевые слова: обтяжка, пластичность, метод конечных элементов, CAE-система, трение, напряженно-деформированное состояние.

Key words: stretch forming, plasticity, finite element method, CAE system, friction, stress-strain state.

Введение

В настоящее время штамповочно-заготовительное производство большинства авиастроительных предприятий оснащено обтяжным оборудованием для изготовления деталей. Основные проблемы, возникающие в процессе обтяжки, связаны с образованием разнотолщинности заготовки и гофр. Согласно анализу работ, данные дефекты при формообразовании появляются из-за трения между гибочным пуансоном и заготовкой [1,2]. Кроме того, в результате возникающее неравномерное распределение усилий растяжения по образующей пуансона будет влиять на точность изготовления деталей.

В связи с этим применяются различные способы снижения трения, включающие: выбор материала, используемый для производства обтяжных пуансонов; изменение скорости обтяжки; использование смазочных материалов; оптимизацию управляющих программ для управления рабочими органами обтяжного прессы.

Задача данного исследования – определить влияние трения на возникновение полных деформаций и гофр на листовой заготовке в процессе формообразования. Это позволит сделать вывод о влиянии трения на процесс формообразования и учесть при разработке управляющей программы для ЧПУ. Вычислительный эксперимент предлагается провести по трем отличительным и известным схемам поперечной обтяжки [1]:

- изгиб-растяжение;
- предварительное растяжение-изгиб;
- предварительное растяжения-изгиб-калибрующее растяжение.

Результаты численного моделирования

Для определения влияния трения на напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе формообразования поперечной обтяжкой применяется программный САЕ комплекс Marc. В качестве заготовки используется лист с габаритами 1000x100x4 мм из материала 1163Т. Материал имеет следующие свойства:

- модуль Юнга $E = 7073 \text{ кГ/мм}^2$;
- коэффициент Пуассона $\nu = 0.34$;
- предел текучести $\sigma_T = 30 \text{ кГ/мм}^2$.

Упрочнение задается степенной функцией $\sigma_T = A(\varepsilon_0 + \bar{\varepsilon}^p)^m$ (ε_0 - деформации, соответствующие начальному пределу текучести, A , m – константы материала). Для моделирования произвольных деформаций тела используется текущая Лагранжева формулировка и аддитивное разложение упругих и пластических деформаций [3]. Материал пуансона и зажимов – Сталь 3. Моделирование различных схем формообразования на прессе поперечной обтяжки рассматривается без учета трения и с учетом трения с коэффициентом 0.1. Растяжение задается перемещением зажимов по координате x на 6.3 мм в сторону противоположную обтяжному пуансону.

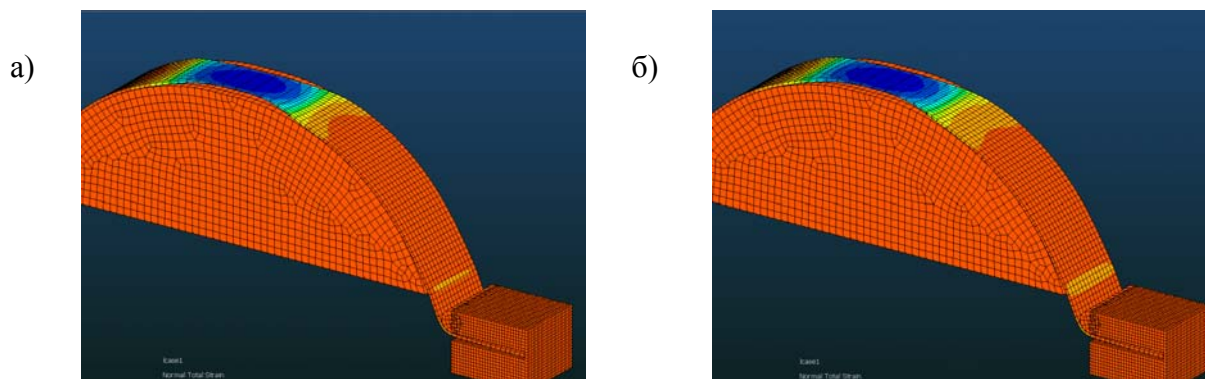


Рисунок 1 – Распределение полных деформаций в заготовке после деформирования по схеме обтяжки изгиб-растяжение без учета трения (а) и с коэффициентом трения 0.1 (б)

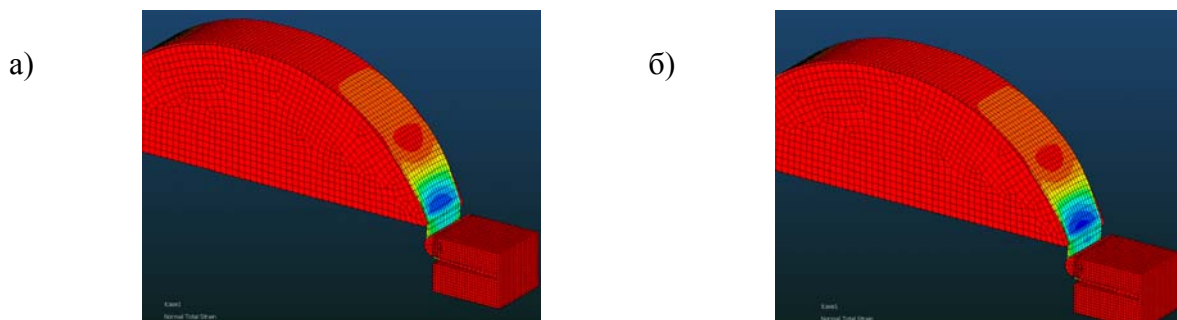


Рисунок 2 – Распределение полных деформаций в заготовке после деформирования по схеме предварительное растяжение - изгиб без учета трения (а) и с коэффициентом трения 0.1 (б)

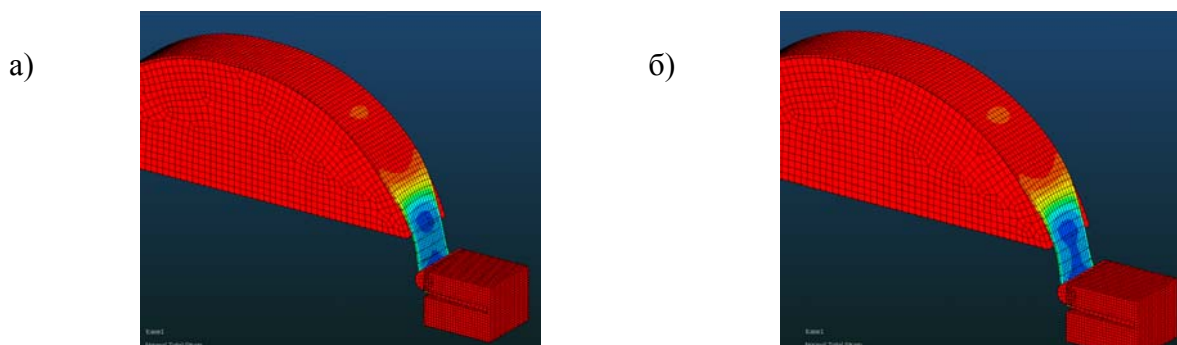


Рисунок 3 – Распределение полных деформаций в заготовке после деформирования по схеме предварительное растяжение – изгиб – калибрующее растяжение без учета трения (а) и с коэффициентом трения 0.1 (б)

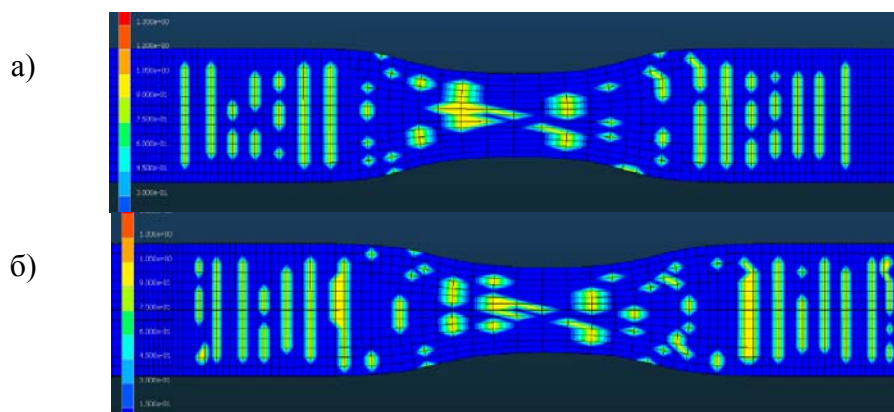


Рисунок 4 – Зона контакта с обтяжным пуансоном в заготовке после деформирования по схеме обтяжки изгиб-растяжение без учета трения (а) и с коэффициентом трения 0.1 (б)

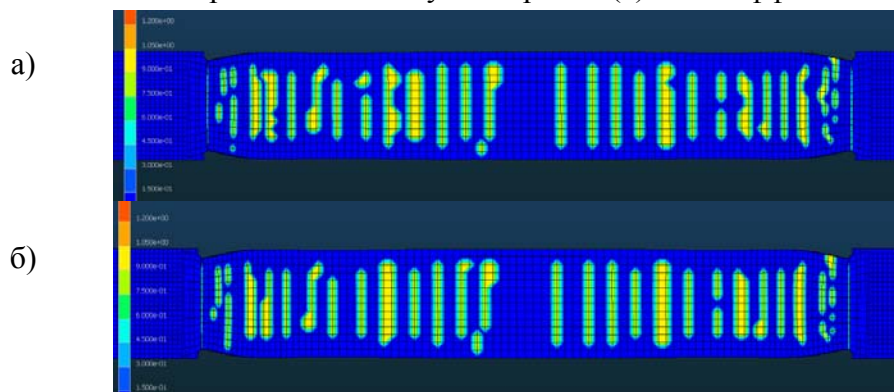


Рисунок 5 – Зона контакта с обтяжным пуансоном в заготовке после деформирования по схеме обтяжки предварительное растяжение - изгиб без учета трения (а) и с коэффициентом трения 0.1 (б)

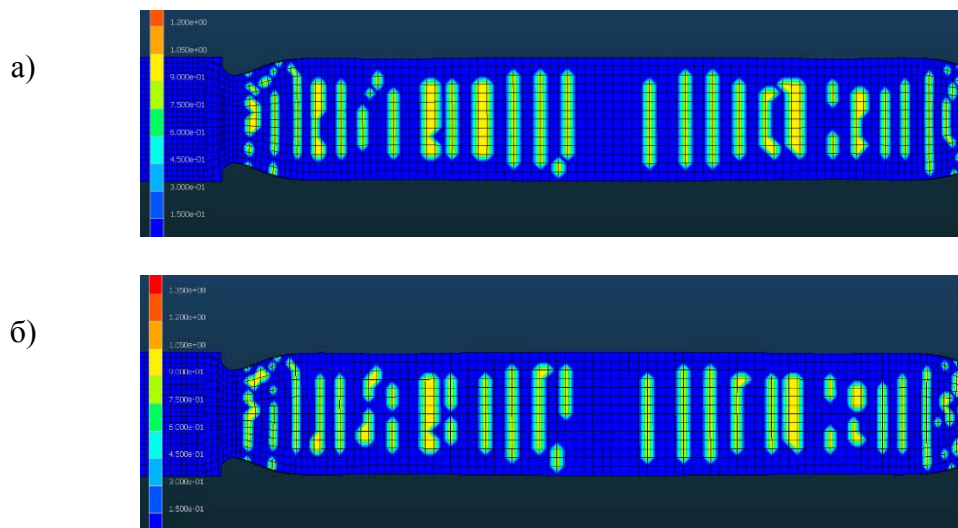


Рисунок 6 – Зона контакта с обтяжным пуансоном в заготовке после деформирования по схеме обтяжки предварительное растяжение – изгиб – калибрующее растяжение без учета трения (а) и с коэффициентом трения 0.1 (б)

Из анализа данных результатов можно сделать следующие выводы (рисунки 1-6):

- локальные области утонения заготовки возникают на вершине пуансона и вблизи зажимов в зависимости от схемы обтяжки;
- области контакта увеличиваются, если в схеме обтяжки имеется предварительное растяжение;
- величина утонения и размеры области контакта зависят от коэффициента трения.

Заключение

В статье рассмотрено влияние трения на утонение и прилегание заготовки к пуансону в процессе формообразования методом поперечной обтяжки на обтяжном прессе Т-600 при помощи САЕ системы Marc по различным схемам формообразования. Результаты подтверждают необходимость учета трения при обтягивании заготовки. Для компромиссного решения, уменьшающего локальные утонения и обеспечивающего более полное прилегание заготовки к пуансону необходима постановка и решение задачи оптимизации траектории деформирования.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-29-00332.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Феоктистов, С. И. Определение растягивающих усилий вдоль образующей пуансона с учётом трения при изгибе с растяжением / С. И. Феоктистов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2021. – № 1(49). – С. 76-82.
2. Елисеев В. В. Экспериментальное определение коэффициентов трения по методу обтяжки / В. В. Елисеев, Л. В. Хливненко, А. М. Гольцев, С. С. Одинг // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2018. – Т. 14. – № 6. – С. 135-139.
3. Hexagon AB and/or its subsidiaries, Marc: Advanced nonlinear simulation solution, 2024, URL: <https://hexagon.com/products/marc> (дата обращения: 28.09.2025).

УДК 629.5.081

Лю Вэньмин, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Liu Wenming, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Лаврентьева Алина Александровна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lavrentieva Alina Alexandrovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Каменских Ираида Витальевна, кандидат физико-математических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kamenskikh Iraida Vitalievna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОФРИРОВАННОЙ ПЕРЕБОРКИ ТАНКЕРА THE DESIGN ALGORITHM OF THE CORRUGATED BULKHEAD OF THE TANKER

Аннотация. Приведен алгоритм проектирования гофрированной переборки. Определены толщины гофров по данному алгоритму с учетом требований Правил Регистра и динамической нагрузки на конструкции. Проведено моделирование конструкции грузовых танков в системе КОМПАС-3D. Выполнен расчет напряжений и деформаций конструкций от гидростатической нагрузки. Получены зависимости и сформулированы основные выводы, подтверждающие предложенный алгоритм проектирования гофрированных переборок танкера.

Abstract. The algorithm for designing a corrugated bulkhead is presented. The thicknesses of the corrugations are determined using this algorithm, taking into account the requirements of the Register Rules and the dynamic load on the structure. The design of cargo tanks is modeled using the KOMPAS-3D system. The stresses and deformations of the structures caused by hydrostatic pressure are calculated. The results are presented in the form of dependencies, and the main conclusions are formulated, confirming the proposed algorithm for designing corrugated bulkheads on tankers.

Ключевые слова: гофрированная переборка, танкер, проектирование конструкции, КОМПАС-3D, моделирование.

Key words: corrugated bulkhead, tanker, structural design, KOMPAS-3D, modeling.

Введение

Конструктивной основой любого судна является его корпус. Проектирование конструкций среднетоннажного танкера выполняется по требованиям, приведенным во II Части «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов (Правила Регистра) с учетом особенностей эксплуатации, технологии постройки, назначения судна и т.д. Конструкция переборок может быть плоской (обшивка подкреплена стойками и шельфами) или гофрированной. Для танкеров наиболее предпочтительными являются гофрированные переборки. В Правилах Регистра имеется указание, что гофры переборок должны располагаться горизонтально. Такое положение обеспечивает наибольшую жесткость конструкций при общем продольном изгибе корпуса судна, но в современных проектах танкеров гофры продольных и поперечных переборок располагаются вертикально. При проектировании конструкции по Правилам регистра определяется минимальная толщина гофрированной переборки, далее учитываются различные факторы и в несколько приближений уточняется значение толщины переборки. В результате фактическая толщина переборки значительно отличается от минимальной толщины, например, минимальная толщина составляет 10 мм, а фактическая 22 мм. В статье рассматривается алгоритм определения толщины гофрированной переборки среднетоннажного танкера с вертикально расположенными гофрами, который может упростить процесс проектирования переборок.

Основная часть

Основные геометрические характеристики гофры переборки представлены на рисунке 1. По Правилам Регистра, исходя из геометрии гофра, определяются момент сопротивления сечения гофра, а также определяется требуемый момент сопротивления сечения гофра, обес-

печивающий выполнение условия прочности. Согласно Правилам Регистра момент сопротивления сечения гофра должен быть больше требуемого момента сопротивления сечения гофра. После определения момента сопротивления сечения гофра толщину гофра увеличивают на величину надбавки на коррозионный износ в соответствии с требованиями Правил Регистра.

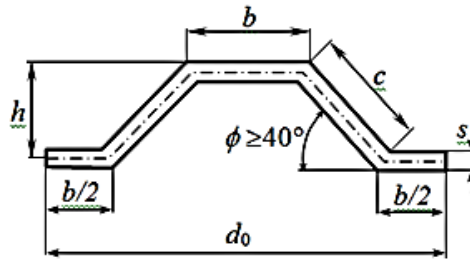


Рисунок 1 – Коробчатый гофр

В результате анализа существующих требований к проектированию гофрированной переборки была сформулирована последовательность расчета, представленная на рисунке 2.

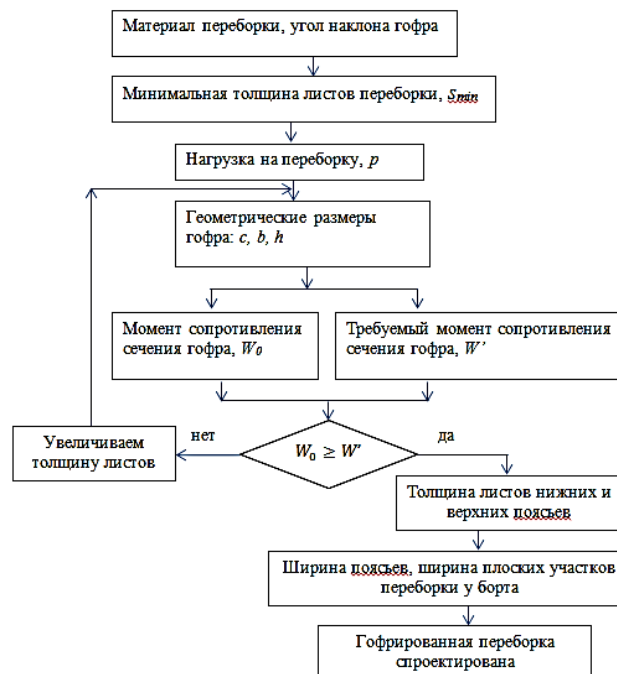


Рисунок 2 – Алгоритм определения размеров гофрированной переборки

В расчетах элементов конструкции переборки использовались следующие формулы:

- момент сопротивления сечения гофра, см^3 :

$$W = hs \left(b + \frac{c}{3} \right);$$

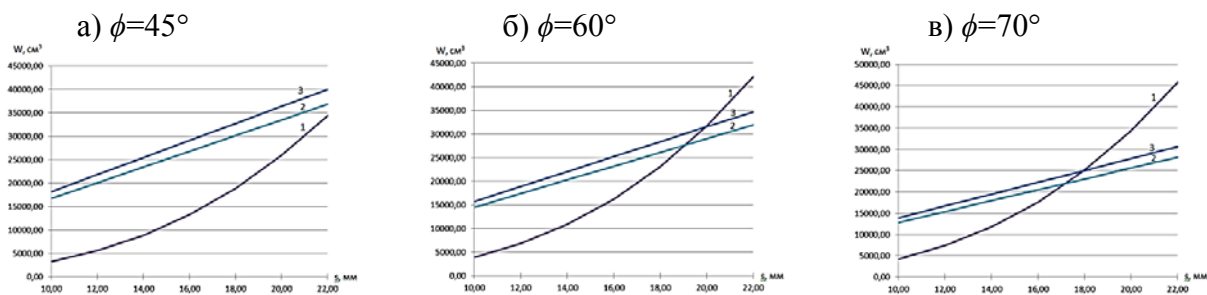
- требуемый момент сопротивления сечения гофра, см^3 :

$$W' = \frac{Ql10^3}{mk_\sigma\sigma_n},$$

где l - высота переборки, коэффициенты изгибающего момента m и допускаемых напряжений k_σ , нормативный предел текучести σ_n , МПа, $Q = p d_0 l$ - поперечная нагрузка, кН. Значения указанных величин определяются по Правилам Регистра [1].

Апробация алгоритма выполнена при проектировании конструкций среднетоннажного танкера длиной 120,4 м, шириной 20,4 м, высотой борта 11,5 м, осадкой 8,7 м. Результаты расчета моментов сопротивления гофрированной переборки при варьировании толщины и угла наклона гофра ϕ позволили получить зависимости, показанные на рисунке 3. В расчетах

учитывалось динамическое нагружение конструкций. Более подробно материал исследования приведен в статье [2]. По данным графикам можно отметить, что с ростом угла наклона гофра можно определить толщину гофра, удовлетворяющую как прочностным, так и геометрическим требованиям Правил Регистра (точка пересечения на графиках).



1 – момент сопротивления сечения гофра W_0 ; 2 – минимальный требуемый момент сопротивления сечения гофра W' , нагрузка определена для точек в ДП; 3 – минимальный требуемый момент сопротивления сечения гофра W' , нагрузка определена для точек у борта
Рисунок 3 – Результаты расчета момента сопротивления гофра ($b=c*1,17$)

Для проверки результатов расчета по предложенному алгоритму выполнено исследование трехмерных моделей конструкции танкера в приложении APM FEM российской CAD системы КОМПАС-3D. Для выполнения прочностного анализа подготовлены несколько упрощенных моделей конструкций грузовых танков как с подкрепляющим набором по днищу, так и без него. Модели конструкций среднетоннажного танкера выполнены в CAD системе КОМПАС-3D с использованием инструментов листового моделирования и показаны на рисунке 4, а, б. Приняты следующие размеры танка: высота - 10860 мм; ширина 8820 мм; длина 13250 мм. По Правилам Регистра были определены толщины элементов конструкции. Толщина настила второго дна варьировалась от 10 до 14 мм, обшивка борта от 10 до 12 мм. Продольные балки имели толщину 12 и 16 мм, поперечные - 11 мм, высота балок была принята 1400 мм в соответствии с высотой второго дна среднетоннажного танкера. Вычисленные размеры гофров продольной и поперечной переборки при толщине листов от 12 до 22 мм находились в следующих диапазонах: горизонтальный участок от 640 до 1170 мм, наклонный участок от 744 до 1362 мм. Угол наклона гофра $\phi=70^\circ$.

В расчетных схемах для одного танка (без набора) свободное опирание задано по поперечным переборкам и борту, а для танка с набором - по набору. Для четырех танков без набора опирание задано по бортам, а для конструкции с набором - по торцевым граням набора. В качестве нагружения принято, что конструкции заполнены водой. Вариант сгенерированной конечно-элементной сетки представлен на рисунке 4, в. В таблице 1 приведены варианты нагружений конструкций и результаты расчета напряженно-деформированного состояния в приложении APM FEM системы КОМПАС-3D.

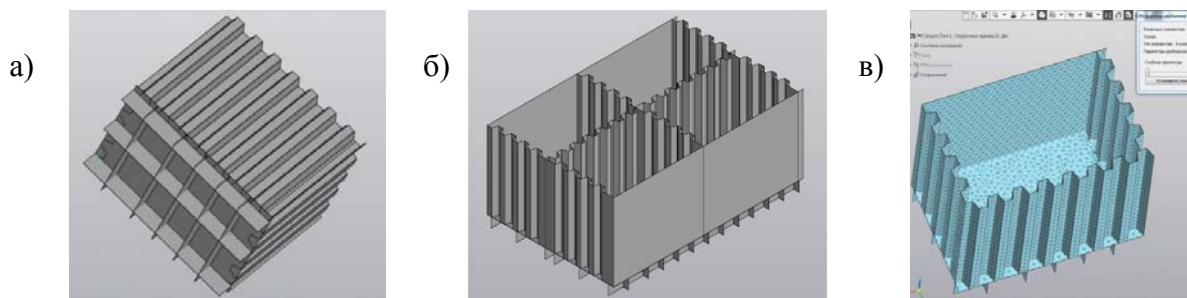
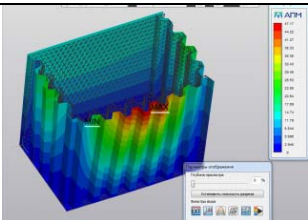
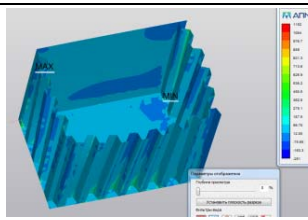
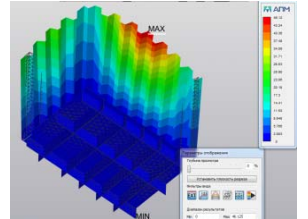
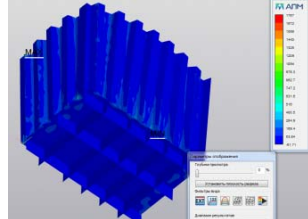
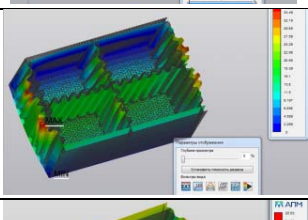
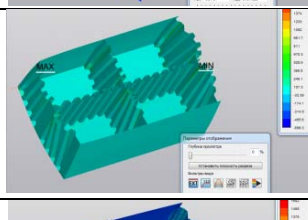
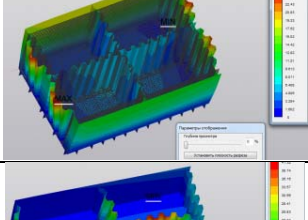
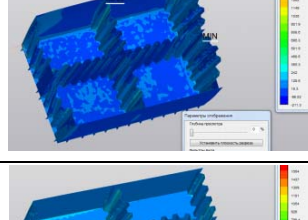
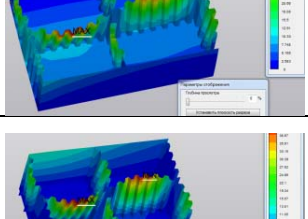
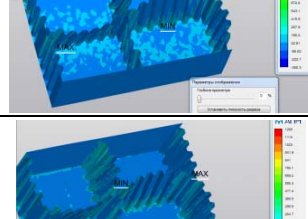
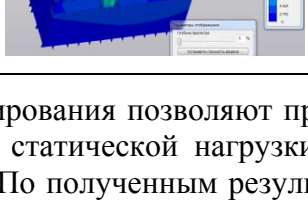
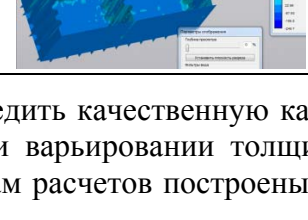
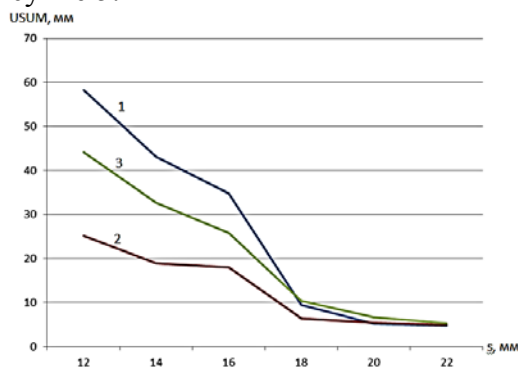


Рисунок 4 – 3D-модели конструкций танкера

Таблица 1 – Варианты расчетных схем, поля перемещений и напряжений

Расчетная схема	Перемещения	Напряжения
Один танк без набора		
Один танк с подкрепляющим набором по днищу		
Симметричное нагружение, четыре танка без набора		
Симметричное нагружение, четыре танка с подкрепляющим набором по днищу		
Несимметричное нагружение, четыре танка без набора		
Несимметричное нагружение, четыре танка с подкрепляющим набором по днищу		

Результаты численного моделирования позволяют проследить качественную картину поведения конструкции от действия статической нагрузки при варьировании толщины и размеров гофрированной переборки. По полученным результатам расчетов построены зависимости, приведенные на рисунке 5.



1 – один танк; 2 – четыре танка при симметричном нагружении;
3 – четыре танка при несимметричном нагружении

Рисунок 5 – Максимальные перемещения в 3D-моделях конструкций танкера

Можно отметить, что все рассчитанные конструкции имеют схожие картины деформации. В результате перехода толщины переборки от минимального значения к максимальному расчетному значению (от 12 до 22 мм) происходит изменение картины распределения перемещений по расчетной конструкции. При росте жесткости переборок можно увидеть переход от одновременной деформаций борта и гофрированных переборок к деформации только борта. На графиках это соответствует переходу толщины переборки от 16 мм до 18 мм. Это наглядно подтверждает предположение о существовании толщины переборки (отличной от минимальной толщины, определенной по Правилам Регистра), которая будет удовлетворять как геометрическим, так и прочностным требованиям. С увеличением толщины гофров (жесткости переборок) уменьшаются значения перемещений и главных напряжений. А при толщине переборок близких к 22 мм вся конструкция имеет главные напряжения, не превышающие предела прочности. Всплески значений напряжений выше предела прочности можно отметить только в области пересечения переборки и настила дна. Но этот момент требует более детального изучения только в твердотельных моделях конструкции. Результаты численного исследования хорошо согласуются с расчетами по предложенному алгоритму проектирования переборки с вертикальными гофрами и полученным зависимостям.

Заключение

Предложен алгоритм определения толщины переборки среднетоннажного танкера с вертикальными гофрами, позволяющий оценить характеристики переборки с учетом требований Правил Регистра с точки зрения ее геометрии и прочности. Результаты исследований подтверждают положения предложенного алгоритма для проектирования конструкций переборок танкера и могут быть использованы при выполнении учебных работ студентами направления подготовки «Кораблестроение, океанотехника и система техника объектов морской инфраструктуры».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Правила классификации и постройки морских судов, часть II «Корпус» // Российский морской регистр судоходства : сайт. – СПб, 2025. – 335 с. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument2?type=rules3&d=42235AFB-BACC-4F30-BACA-3087200D3FE5&f=2-020101-174-2> (дата обращения: 24.09.2025).
2. Лю Вэньмин Определение размеров гофров переборок танкера / Лю Вэньмин, И. В. Каменских // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых, г. Комсомольск-на-Амуре, 11-12 декабря 2024 г. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) и др. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2025. – Ч. 1. – С.149-153.

УДК 621.333 + 629.424

Ольховатов Дмитрий Викторович, кандидат технических наук, доцент, Ростовский государственный университет путей сообщения

Olkhovatov Dmitriy Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Rostov State Transport University

Шевкунова Анастасия Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Ростовский государственный университет путей сообщения

Shevkunova Anastasiya Vladimirovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Rostov State Transport University

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫПРЯМИТЕЛЬНО-ИНВЕРТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОВОЗА

MODERNIZATION OF THE RECTIFIER-INVERTER CONVERTER FOR AN ELECTRIC LOCOMOTIVE

Аннотация. Представлены результаты расчетов внешних элементов выпрямительно-инверторного преобразователя (ВИП). Проведен расчет системы ВИП с подбором элементной базы. Построены регулировочная, внешняя и скоростная характеристики преобразователя, а также характеристики электропривода с учетом ослабления поля возбуждения. Показано, что полученные результаты обеспечивают надежную работу ВИП в заданных режимах.

Abstract. The results of calculations of the external elements of a rectifier-inverter converter (RIC) are presented. The calculation of the RIC system with the selection of the element base is carried out. The adjustment, external, and speed characteristics of the converter, as well as the characteristics of the electric drive, are constructed taking into account the attenuation of the excitation field. It is shown that the obtained results ensure reliable operation of the RIC in the specified modes.

Ключевые слова: электровоз, тяговый электропривод, система управления, тиристор, выпрямительно-инверторный преобразователь, характеристики

Key words: electric locomotive, traction electric drive, control system, thyristor, rectifier-inverter converter, characteristics

Введение

Выпрямительно-инверторные преобразователи (ВИП) являются ключевыми элементами силовой электроники современных электровозов. Они обеспечивают преобразование и регулирование электрической энергии между контактной сетью и тяговыми двигателями (ТЭД). Их работа напрямую влияет на энергоэффективность, динамические характеристики и надежность подвижного состава.

Повышение надежности тиристоров в составе ВИП требует оптимизации электрических режимов, эффективного охлаждения, защиты от перенапряжений и соблюдения эксплуатационных норм. Также регулярный мониторинг состояния элементов схемы ВИП позволяют минимизировать число отказов.

В условиях интенсивной эксплуатации и высоких нагрузок тягового подвижного состава отказоустойчивость ВИП приобретает еще более важное значение. В связи с этим повышение надежности преобразователей является актуальной задачей.

Основная часть

На первом этапе необходимо произвести расчет внешних элементов системы ВИП. Определим номинальные характеристики тягового электропривода. Номинальный режим работы – это эксплуатационный режим, установленный заводом-изготовителем для ТЭД. Он определяется следующими номинальными параметрами: мощность (P_n), скорость (V_n), напряжение на двигателе ($U_{дн}$), ток (I_n) и коэффициент регулирования возбуждения (β_n). Для ТЭД электровозов переменного тока номинальным является режим нормального возбуждения $\beta_0 = \beta_n = 0,96$ [1].

В таблице 1 представлены относительные параметры ТЭД пульсирующего тока, имеющих коэффициент насыщения магнитной цепи 1,85. Данные значения отражают средние показатели современных ТЭД. На основе информации из данной таблицы построены графики скоростной $V(I)$ (рисунок 1, а) и электротяговой $F(I)$ характеристик (рисунок 1, б).

Таблица 1 – Номинальные характеристики тягового двигателя НБ-514Б

Ток двигателя, А	$\frac{I}{I_n}$	0,2	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9
	$I = \frac{I}{I_n} \cdot I_n$	173,5	433,6	693,8	867,3	1127	1388	1648
Скорость движения, км/ч	$\frac{V}{V_n}$	2,06	1,4	1,1	1,0	0,92	0,85	0,8
	$V = \frac{V}{V_n} \cdot V_n$	103	70	55	50	46	42,5	40
Сила тяги, кН	$\frac{F}{F_n}$	0,06	0,37	0,75	1,0	1,41	1,81	2,21
	$F = \frac{F}{F_n} \cdot F_n$	3,47	21,4	43,4	57,85	81,58	104,7	127,9

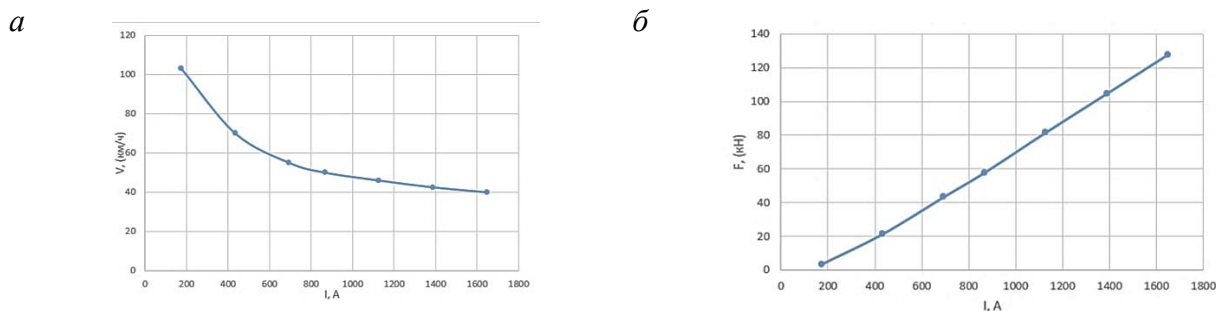


Рисунок 1 – Графики зависимостей скорости движения от тока двигателя (а) и силы тяги от тока двигателя (б)

Расчеты тока ТЭД, ограниченного условиями сцепления, приведены в таблице 2. График для определения предельного тока ТЭД с учетом сцепления показан на рисунке 2.

Таблица 2 – Зависимость $I_{\text{сц}}(V)$

V , км/ч	0	10	25	40	50	55	70	85	100
ψ_k	0,374	0,323	0,296	0,281	0,272	0,268	0,256	0,246	0,235
$F_{\text{сц}}$, кН	84,3	72,7	66,75	63,19	61,23	60,32	57,74	55,31	53
$I_{\text{сц}}$, А	1258	1093	1006	945	919	902	867	841	806

Индуктивность сглаживающего реактора выбирают исходя из требуемого уровня пульсации выпрямленного тока в цепи ТЭД. Оптимальный коэффициент пульсации составляет 0,20–0,25. Превышение данного значения ухудшает коммутацию двигателей, а снижение ведёт к увеличению габаритов реактора. Масса реактора после разработки конструкции отличается от предварительных расчётов не более чем на 20% ($m_p = 916,8$ кг).

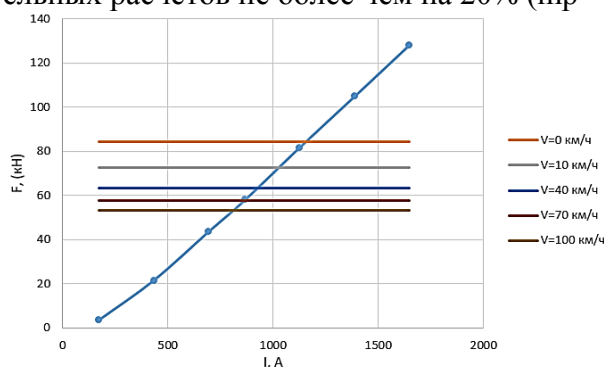


Рисунок 2 – Ток ТЭД $I_{\text{сц}}$, допустимый по условиям сцепления

Из-за большой массы тяговый трансформатор нагревается медленнее, чем ТЭД, поэтому кратковременные перегрузки двигателей не влияют на температуру его обмоток. Номинальная мощность трансформатора принята суммарной номинальной мощности двигателей. Для учёта того, что в цепях выпрямителей и инверторов форма токов и напряжений трансформатора сильно отличается от синусоиды, применяют типовую мощность – полусумму произведений напряжений холостого хода обмоток на их среднеквадратичные токи при номинальной нагрузке.

В ходе расчетов были определены основные параметры трансформатора: мощность тяговой обмотки трансформатора, обмотки собственных нужд и обмотки для питания цепей возбуждения двигателей при нулевой схеме выпрямления с выводом от средней точки обмотки, типовая мощность трансформатора ($S_{\text{тр}} = 6140$ кВА), реактивное и активное сопротивление обмоток, напряжение тяговой обмотки, падение напряжения при работе тиристорных ВИП в четвертой зоне регулирования, действующее значение напряжения х.х. тяговой обмотки на четвертой зоне регулирования ($U_{\text{тяг}} = 1681$ В), действующее значение напряжения обмотки для питания цепей возбуждения двигателей в режиме рекуперативного торможения ($U_{\text{в}} = 19,8$ В) и номинальный ток первичной обмотки трансформатора, потребляемый из сети ($I_{\text{эн}} = 0,251$ кА).

В рамках расчетов внутренних элементов системы ВИП были произведены следующие действия. Согласно методике [2] выбраны тиристор и охладитель с основными параметрами, указанными в таблице 3 и 4.

Таблица 3 – Основные параметры выбранного тиристора

Тип тиристора	T353-800
Тип охладителя	Охладитель 0353
U_{RRM} , В	2400–2800
I_{RRM} , мА	100
$I_{T(AV)}$, А (T_c , °С)	630 (85)
r_t , мОм	0,48
$(di/dt)_{crit}$, А/мкс	630
$(du/dt)_{crit}$, В/мкс	1600
Масса, кг	0,55

Таблица 4 – Основные параметры охладителя

Тип охладителя	Габаритные размеры: ширина □ длина □ высота, мм	Масса, кг	Тепловое сопротивление, С/Вт (Мощность рассеивания, Вт)		Перепад давления, Па
			Естественное охлаждение	Скорость воз- духа, 6 м/с	
0243	230 □ 150 □ 170	5,8	0,28(220)	0,080	30

Далее производится расчет регулировочных и внешних характеристик ВИП. Регулировочная характеристика ВИП представляет собой зависимость напряжения на выходе преобразователя от угла управления тиристорами при неизменном значении тока. Внешняя характеристика ВИП отражает взаимосвязь между выходным напряжением преобразователя и величиной тока при фиксированном угле регулирования тиристорov. Выражения для регулировочной характеристики ВИП выглядят следующим образом [3]:

- для режима выпрямления (тяговый режим работы электровоза)

$$U_{d\alpha}^B = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_{\text{тяг}} \cdot \frac{1}{8} [(2n-1) \cos \alpha_0 + \cos \alpha_p] - R_{\text{эп}} \cdot a_d \cdot I_d - \Delta U_V;$$

- для режима инвертирования (режим рекуперативного торможения электровоза)

$$U_{d\alpha}^I = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_{\text{тяг}} \cdot \frac{1}{8} [(2n-1) \cos \alpha_0 - \cos \alpha_p] - R_{\text{эп}} \cdot a_d \cdot I_d - \Delta U_V,$$

где $U_{d\alpha}^B, U_{d\alpha}^I$ – выходное напряжение ВИП для зоны регулирования n в режиме выпрямления и инвертирования соответственно; $\alpha_0 = (9^\circ \pm 1^\circ)$ – фазовая задержка начала коммутации при создании буферного контура для протекания выпрямленного тока; $\delta = 20^\circ$ – угол запаса инвертора; α_p – угол регулирования тиристорov ВИП; $R_{\text{эп}}$ – эквивалентное приведенное сопротивление ВИП для зоны регулирования n в режиме выпрямления и инвертирования [3].

Значения углов регулирования, полученные в ходе расчетов, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения углов регулирования

Номер зоны регулирования	Режим работы выпрямителя			
	Выпрямительный		Инверторный	
	a_{pmin}	a_{pmax}	a_{pmin}	a_{pmax}
1	9	159	9	159
2	10	158	10	158
3	11	156	12	157
4	12	153	13	154

Регулировочные характеристики для режимов выпрямления и инвертирования изображены на рисунках 3, а и б.

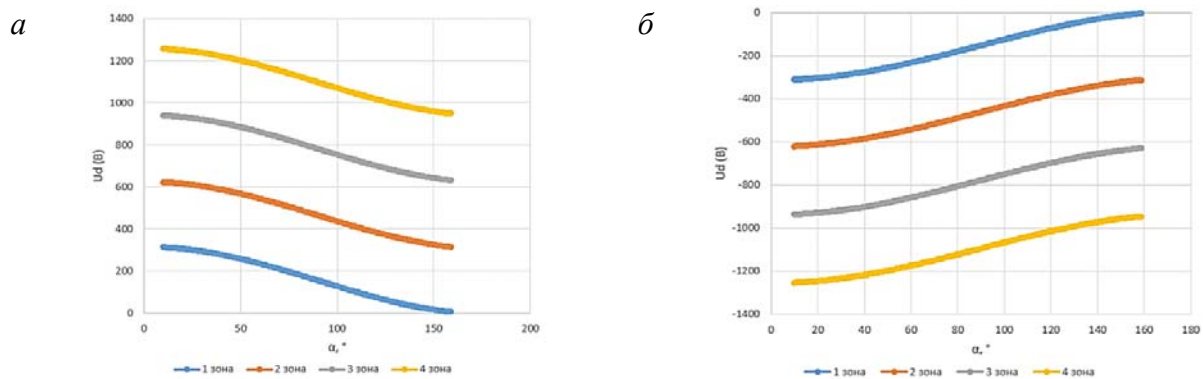


Рисунок 3 – Регулированная характеристика ВИП в режиме выпрямления (а) и инвертирования (б)

Результаты расчетов внешней и скоростной характеристик ВИП представлены в виде графиков (рисунок 4, а и б).

Коэффициенты регулирования возбуждения были подобраны в соответствии с основными характеристиками двигателя НБ514Б, приведённые заводом-изготовителем.

Также был произведен расчет скоростных характеристик для режима ослабленного возбуждения для четвертой зоны регулирования. Согласно полученным числовым данным построены следующие зависимости тока возбуждения (рисунок 5, а), магнитного потока (рисунок 5, б) и скорости (рисунок 5, в) от расчетного тока двигателя.

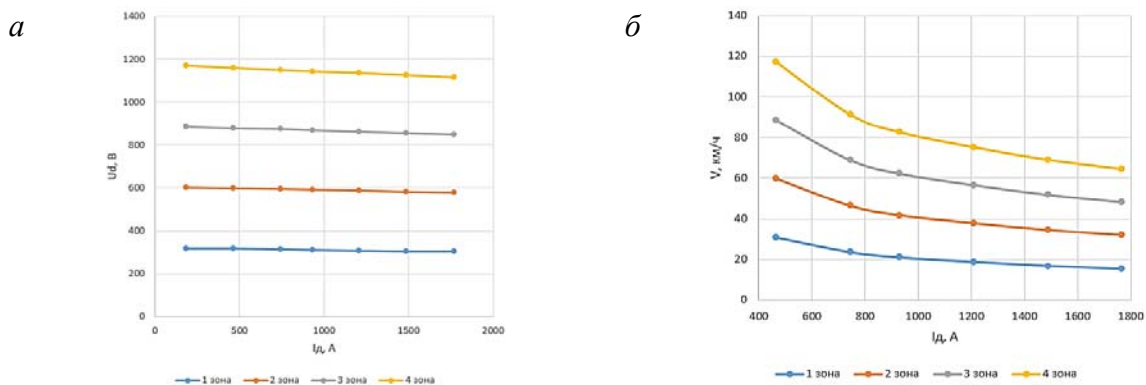


Рисунок 4 – Внешняя (а) и скоростная (б) характеристики ВИП

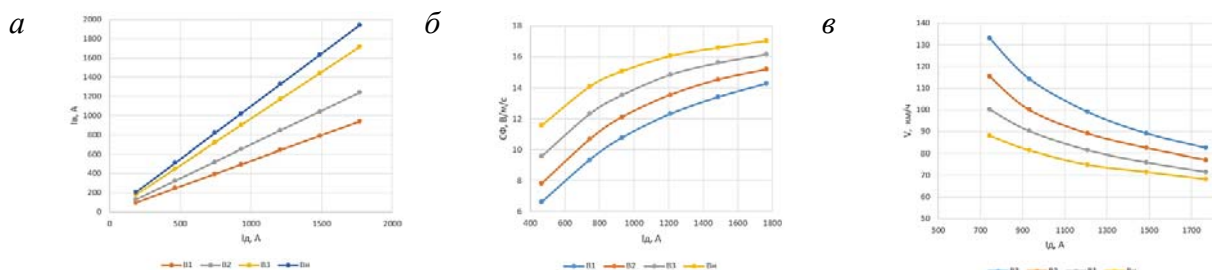


Рисунок 5 – Графики зависимостей от расчетного тока двигателя: тока возбуждения (а), магнитного потока (б) и скорости (в)

Заключение

Результаты расчетов ВИП для электровоза показывают, что рассчитанный ВИП обладает устойчивыми регулируемыми характеристиками в обоих режимах работы (выпрямления и инвертирования). Внешняя характеристика демонстрирует способность ВИП поддерживать стабильное выходное напряжение при изменении нагрузки, что подтверждает его адаптив-

ность к различным эксплуатационным условиям. Скоростная характеристика отражает быстроедействие системы управления.

Таким образом, модернизированный преобразователь удовлетворяет требованиям надежности, эффективности и точности регулирования в широком диапазоне режимов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Плакс, А. В. Системы управления электрическим подвижным составом / А.В. Плакс. – М.: Маршрут, 2005. – 284 с.
2. Розанов, Ю.К. Основы силовой электроники / Ю.К. Розанов. – М.: Энергоатомиздат, 2018. – 296 с.
3. Якушев, А. Я. Расчет регулировочных и внешних характеристик однофазного четырехзонного выпрямительно-инверторного преобразователя электроподвижного состава / А. Я. Якушев, А. С. Корнев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института электровозостроения. – 2006. – Вып. 1. – С. 56–61.

УДК 621.311.6 + 06

Ольховатов Дмитрий Викторович, кандидат технических наук, доцент, Ростовский государственный университет путей сообщения

Olkhovatov Dmitriy Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Rostov State Transport University

Шевкунова Анастасия Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Ростовский государственный университет путей сообщения

Shevkunova Anastasiya Vladimirovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Rostov State Transport University

Четверик Максим Максимович, аспирант, Ростовский государственный университет путей сообщения

Chetverik Maxim Maksimovich, Postgraduate student, Rostov State Transport University

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОХЛАЖДЕНИЕМ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ENERGY-EFFICIENT COOLING CONTROL OF TRACTION ELECTRIC MOTORS OF ROLLING STOCK

Аннотация. Рассматривается проблема энергоэффективности систем вентиляции тяговых электродвигателей электрического подвижного состава. Актуальность темы обусловлена неоптимальным энергопотреблением и недостаточным контролем тепловых режимов из-за использования фиксированных скоростей вращения вентиляторов. В работе предложены пути решения, включая внедрение частотного регулирования скорости, адаптивных алгоритмов управления (ПИД-регуляторы), интеграцию датчиков температуры и давления, а также модернизацию системы управления. Эти меры направлены на снижение энергозатрат, повышение надежности оборудования и создание интеллектуальной системы вентиляции.

Abstract. The problem of energy efficiency of ventilation systems of traction electric motors of electric rolling stock is considered. The relevance of the study is due to optimal energy consumption and insufficient control of thermal modes due to the use of fixed fan speeds. The paper suggests solutions, including the introduction of frequency control of speed, adaptive control algorithms (PID controllers), the integration of temperature and pressure sensors, as well as the modernization of the control system. These measures are aimed at reducing energy consumption, increasing the reliability of equipment and creating an intelligent ventilation system.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав, тяговый двигатель, система вентиляции и охлаждения, мотор-вентилятор, энергосбережение, частотный преобразователь, мониторинг, надежность

Key words: traction rolling stock, traction motor, ventilation and cooling system, fan motor, energy saving, frequency converter, monitoring, reliability

Введение

Современные транспортные системы, включая тяговый подвижной состав, требуют внедрения энергоэффективных технологий для снижения затрат и повышения экологичности. Одним из направлений является оптимизация процесса вентиляции тяговых электродвигателей (ТЭД), обеспечивающей их надежность и долговечность.

В настоящее время системы вентиляции (охлаждения) часто используют электроприводы с фиксированными режимами, что ведет к неэффективному энергопотреблению и неоптимальному тепловому регулированию. Например, в электропоездах «Сапсан» применяется вентиляция с двумя фиксированными скоростями, что не позволяет гибко адаптироваться к изменяющимся нагрузкам.

Актуальность рассмотрения данной проблемы обусловлена возможностью повышения энергоэффективности за счет частотного регулирования скорости вентиляторов, что снижает энергопотребление на 20–40% и поддерживает стабильную температуру обмоток ТЭД, предотвращая перегрев и увеличивая ресурс. Дополнительные преимущества включают снижение эксплуатационных затрат благодаря плавному пуску, интеллектуализацию системы за счет интеграции датчиков и автоматической адаптации производительности, а также возможность удаленного мониторинга через цифровые интерфейсы для диагностики и предиктивного обслуживания.

Основная часть

Несмотря на важность системы вентиляции (охлаждения) для обеспечения стабильной работы ТЭД, существующие электроприводы мотор-вентиляторов на подвижном составе, включая высокоскоростные электропоезда обладают рядом недостатков:

1. Наличие фиксированных режимов работы мотор-вентиляторов, приводящих к избыточному энергопотреблению.
2. Отсутствие плавного управления скоростью вращения вентилятора, не позволяющего точно поддерживать температуру обмоток ТЭД, что снижает их ресурс.
3. Наличие жёсткого переключения режимов, приводящего к ускоренному износу оборудования.
4. Засорение воздушных фильтров, ведущего к росту аэродинамического сопротивления и перерасходу электроэнергии. При этом, автоматизированный контроль их состояния отсутствует.

Для решения перечисленных проблем требуется разработка интеллектуальной системы управления вентиляцией ТЭД на основе частотного регулирования, адаптивных алгоритмов контроля температуры и мониторинга состояния фильтров.

За объект рассмотрения принимается система вентиляции ТЭД на примере высокоскоростного электропоезда «Сапсан». В настоящее время система использует асинхронные двигатели мотор-вентиляторов с двумя фиксированными скоростями вращения, что приводит к ряду недостатков, таких как повышенное энергопотребление, избыточный шум и неоптимальное регулирование тепловых режимов ТЭД.

Рассмотрим варианты решения данной проблемы.

1. Разработка системы плавного регулирования скорости мотор-вентилятора.

Концепция модернизации предполагает плавное регулирование производительности вентиляторов с помощью частотного преобразователя (ПЧ), что позволяет оптимизировать энергопотребление [1, 2]. Это снижает затраты на электроэнергию и увеличивает срок службы оборудования. Регулировка частоты напряжения обеспечивает плавное изменение скорости вращения двигателя, минимизацию пусковых токов, а также снижение механических нагрузок на оборудование.

В системе вентиляции электропоезда ПЧ может быть подключён к асинхронным электродвигателям. Управление и контроль работы двигателей реализуются через различные типы интерфейсов, включая аналоговые, дискретные сигналы, релейные выходы и цифровые интерфейсы (например, протоколы RS-485 и RS-232). Это обеспечивает гибкость и возможность интеграции в существующие системы управления.

Дополнительные преимущества концепции включают облегчённый пусковой режим, что снижает износ оборудования и увеличивает срок его службы. Возможность подключения дополнительных датчиков позволяет реализовать различные алгоритмы управления, повышая эффективность работы системы. Также возможно интегрировать системы удалённого мониторинга и диагностики, что обеспечивает своевременное выявление и устранение неисправностей.

Структурная схема системы управления электроприводом мотор-вентилятора представлена на рисунке 1.

2. Оптимизация энергопотребления системы вентиляции, достигающаяся анализом и минимизацией потерь энергии при работе мотор-вентилятора за счет перехода от фиксированных скоростей к регулируемым и исследования влияния частотного регулирования на снижение пусковых токов и механических нагрузок.

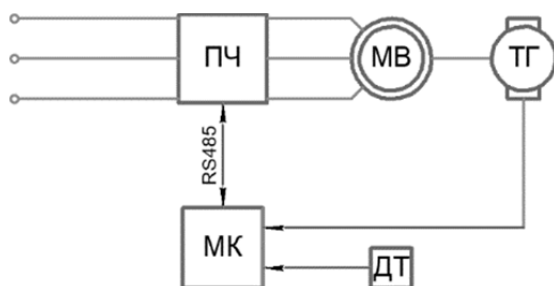


Рисунок 1 – Структурная схема системы управления

3. Интеграция датчиков и систем мониторинга.

Нагрев ТЭД может происходить неравномерно. Для поддержания постоянной заданной температуры, потребуется изменение расхода воздуха принудительной вентиляции. Это возможно осуществить при помощи дроссель-клапана. Это решение позволит минимизировать излишний расход воздуха, и, следовательно, повысить энергоэффективность.

В процессе эксплуатации фильтры системы вентиляции, расположенные в подвагонном пространстве, могут засоряться снегом или пылью, что приводит к возрастанию аэродинамического сопротивления воздушного тракта. Данное обстоятельство заставляет мотор-вентиляторы работать с повышенной мощностью для поддержания требуемого воздушного потока, что увеличивает энергопотребление системы вентиляции и снижает её эффективность.

Рисунок 2 иллюстрирует систему охлаждения ТЭД тележки «Сапсан». Воздух всасывается из подвагонной зоны за фальшбортом, проходит фильтрацию от загрязнений и снега, после чего нагнетается в канал и подаётся в равных объёмах в оба двигателя. Отработанный нагретый воздух затем отводится к зубчатой муфте.

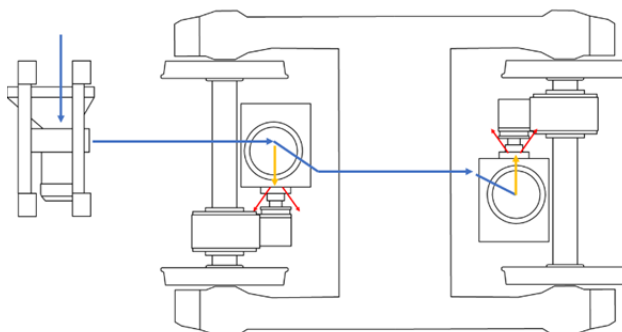


Рисунок 2 – Схема прохождения потоков охлаждающего воздуха

Регулировка скорости вращения вентиляторного двигателя осуществляется на основе данных о температуре обмотки статора, которые поступают от термодатчиков. В зависимости от уровня нагрева агрегата двигатель может переключаться только между двумя скоростными режимами.

Для контроля состояния фильтров вентиляционной системы целесообразно установить дифференциальные датчики давления и интегрировать их с системой управления. Подобные устройства позволяют в режиме реального времени отслеживать перепад давления до и после фильтрующих элементов, что дает информацию о степени их загрязнения.

4. Модернизация системы управления, заключающаяся в разработке конечного автомата для управления состояниями системы (выключено, ПИД-регулирование, максимальная мощность) и интеграции системы управления с поездной шиной TCN (MVB-WTB) для обмена данными между компонентами.

5. Программно-аппаратное моделирование, основанное на применении методов Model-in-the-Loop (MIL) и Hardware-in-the-Loop (HIL), необходимых для тестирования и верификации системы, а также создание тепловой модели ТЭД для анализа тепловых процессов и оптимизации работы вентиляции.

Выделяют четыре метода тестирования [3]:

- Model-In-the-Loop (MIL) – «модель в контуре»;
- Software-In-the-Loop (SIL) – «программное обеспечение в контуре»;
- Processor-In-the-Loop (PIL) – «процессор в контуре»;
- Hardware-In-the-Loop (HIL) – «аппаратное обеспечение в контуре».

Модельно-ориентированное проектирование начинается с этапа «Model-In-the-Loop». На этом этапе реализуется имитационная модель системы управления и управляемой модели объекта (процесса) управления. Основной целью MIL является тестирование и проверка математической модели.

Метод Software-In-the-Loop (SIL) – это подход к верификации программного обеспечения, при котором сгенерированный или написанный вручную код тестируется на виртуальной модели системы в среде, имитирующей реальные условия. Код выполняется на хостовой машине (например, на ПК разработчика) без размещения на целевом аппаратном обеспечении.

Метод Processor-In-the-Loop (PIL) – это этап тестирования, при котором скомпилированный код размещается на реальном процессоре (микроконтроллере, FPGA или CPU), но взаимодействует с виртуальной моделью системы. Такой способ позволяет проверить не только логику кода, но и его совместимость с целевой аппаратной платформой.

Метод Hardware-In-the-Loop (HIL) – это этап верификации и валидации сложных систем, при котором происходит с виртуальной моделью системы в режиме реального времени. Данный подход позволяет тестировать аппаратуру в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным, но без риска повреждения дорогостоящих компонентов.

6. Внедрение адаптивных алгоритмов управления, принцип работы которых заключается в адаптации параметров ПИД-регулятора в реальном времени для улучшения точности регулирования.

Для поддержания заданной температуры, в модели рекомендуется применять пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор (рис. 3).

ПИД-регулятор – это устройство в системе управления с обратной связью, которое формирует управляющий сигнал для достижения заданной точности и требуемых характеристик переходного процесса.

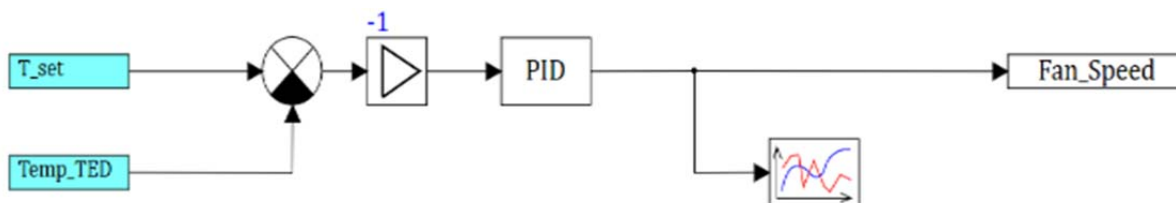


Рисунок 3 – Применение регулятора в системе регулирования

ПИД-регулятор получает заданное значение температуры и формирует управляющий сигнал, регулирующий скорость мотора вентилятора. В качестве обратной связи использует

ся сигнал с датчиков температуры тягового электродвигателя, что позволяет поддерживать точное соответствие между текущей и заданной температурой.

7. Повышение надежности и долговечности оборудования. Данную задачу возможно решить благодаря исследованию влияния плавного пуска и торможения на срок службы ТЭД и разработке защитных механизмов для предотвращения перегрева и перегрузок.

Для моделирования тепловых процессов целесообразно применить одномассовую тепловую модель ТЭД. В данном случае двигатель будет представлять собой одно тело нагрева или дифференциальное уравнение первого порядка (уравнение теплового баланса).

На рисунке 4 представлена схема тепловой модели, реализованной в среде SimInTech.

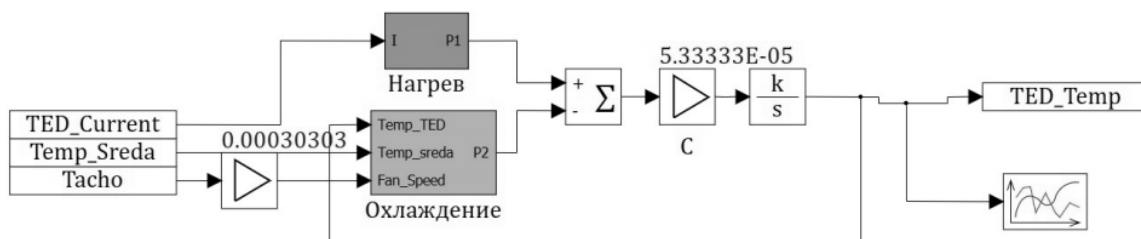


Рисунок 4 – Тепловая модель

Результатами решения рассматриваемой проблемы будут являться:

1. Система плавного регулирования скорости мотор-вентилятора на основе частотного преобразователя, что позволит оптимизировать энергопотребление, снизить шум и улучшить тепловые режимы ТЭД.

2. Тепловая модель ТЭД, учитывающая нагрев и охлаждение, реализованная в среде SimInTech (отечественная разработка).

3. Алгоритм управления с использованием ПИД-регулятора, обеспечивающий поддержание заданной температуры ТЭД за счёт автоматической регулировки скорости вентилятора.

Заключение

Модернизация электропривода мотор-вентиляторов электрического подвижного состава, с использованием частотного преобразователя и ПИД-регулятора позволит достичь значительного повышения энергоэффективности, снижения эксплуатационных затрат и улучшения контроля тепловых режимов ТЭД. Реализация плавного регулирования скорости вращения вентиляторов в зависимости от температуры обмоток обеспечит оптимизацию энергопотребления, уменьшит механические нагрузки и шум, а также продлит срок службы оборудования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ольховатов, Д. В. Модернизация асинхронного электропривода компрессора электровоза / Д. В. Ольховатов, Н. В. Гребенников, А. В. Шевкунова // Транспорт Урала. – 2024. – № 3(82). – С. 82-88.
2. Ольховатов, Д. В. Разработка энергоэффективного асинхронного электропривода мотор-вентилятора электровоза / Д. В. Ольховатов, А. В. Шевкунова // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 3(59). – С. 46-55.
3. Оськин, Д. А. Модельно-ориентированный подход для автоматизации генерации программного кода для встраиваемых систем из модели MATLAB/Simulink / Д. А. Оськин, О. С. Громышева, М. Е. Дьяченко // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 92-97.

УДК 621.438.9

Попов Алексей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Popov Alexey Yurievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГТД АЛ-31СТЭ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF A GAS TURBINE UNIT BASED ON THE AL-31STE GAS TURBINE ENGINE

Аннотация. В работе рассмотрена возможность повышения эффективности использования энергии топлива в газотурбинной установке за счет утилизации теплоты отработавших газов. Рассмотрена возможность применения утилизационного газотурбинного двигателя, разработанная информационная модель газотурбинной установки. На основе полученной модели проведены тепловые расчеты данной установки. Приведены основные результаты по выработке дополнительной электрической энергии и тепловой энергии.

Abstract. The paper considers the possibility of increasing the efficiency of fuel energy use in a gas turbine plant by utilizing the heat of exhaust gases. The possibility of using a waste heat gas turbine engine is considered, and an information model of a gas turbine plant is developed. Thermal calculations of this plant are performed based on the obtained model. The main results on the generation of additional electrical and thermal energy are presented.

Ключевые слова: газотурбинная установка, ГТД с измененной последовательностью процессов, утилизация тепловой энергии.

Key words: gas turbine plant, GTE with a modified sequence of processes, heat energy utilization.

Введение

В теплоэнергетических установках стремление к рациональному использованию топлива обеспечивается совершенствованием процессов передачи и преобразования энергии, а также снижением тепловых потерь в окружающую среду.

В газотурбинной установке (ГТУ) основными потерями являются потери тепловой энергии с отработавшими газами. Один из способов снизить эти потери – применение утилизационного котла для выработки тепловой энергии посредством получения пара для обеспечения производственных нужд или получения горячей воды для решения задач теплофикации.

В данной работе рассмотрен альтернативный способ использования теплоты отработавших газов ГТУ применением утилизационного газотурбинного двигателя. Включение в состав основной ГТУ такого двигателя позволяет получить дополнительную электрическую энергию и выработать тепловую энергию.

Основная часть

В качестве прототипа выбрана ГТУ АЛ-31СТЭ, которая является модификацией двигателя АЛ-31СТ и предназначена для энергоустановок номинальной мощностью 18 МВт.

В качестве утилизационного – газотурбинный двигатель с обратной последовательностью процессов. В отличие от ГТУ стандартного типа, выработка механической энергии происходит в обратном порядке (рисунок 1): продукты сгорания с высокой температурой и близким к атмосферному давлением поступают в газовую турбину, где расширяются до давления ниже атмосферного. Отработавшие газы охлаждаются в теплообменном аппарате, поступают в компрессор и сбрасываются в атмосферу. Компрессор в данной установке предназначен для создания разрежения и обеспечения градиента давления рабочего тела на газовой турбине.

Функциональная модель газотурбинной установки на базе ГТД АЛ-31СТЭ с утилизационным газотурбинным двигателем разработана в программе ХАЙСИС (Aspen HYSYS) [1].

В качестве топлива использован природный газ сахалинского месторождения. Состав природного газа представлен в таблице 1.

Т – газовая турбина; ТО – теплообменный аппарат;

К – компрессор; ЭГ – электрогенератор

Рисунок 1 – Принципиальная схема ГТУ с измененной последовательностью процессов

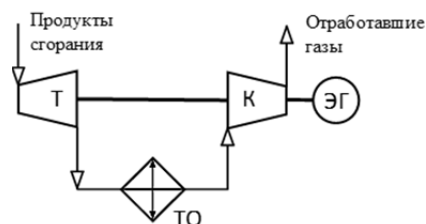


Таблица 1 – Состав используемого топлива

Название	Формула	% по объему	Название	Формула	% по объему
Метан	CH_4	92,07	Изо-пентан	C_5H_{12}	0,1
Этан	C_2H_6	4,12	Норм-пентан	C_5H_{12}	0,1
Пропан	C_3H_8	1,89	Углекислый газ	CO_2	5,5
Изо-бутан	C_4H_{10}	0,41	Азот	N_2	0,28
Норм-бутан	C_4H_{10}	0,48			

Для определения характеристик газообразных составов в среде HYSYS был задействован термодинамический набор Пенг-Робинсона [2].

Рисунок 2 иллюстрирует структуру технологических процессов функциональной модели газотурбинной установки вместе с ключевыми показателями теплового анализа.

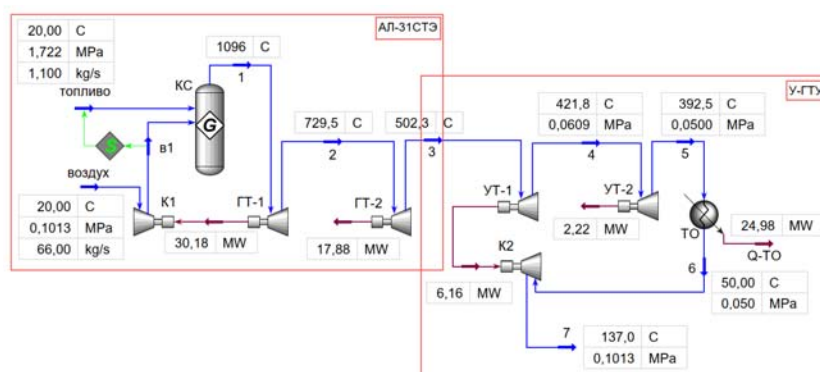


Рисунок 2 – Технологическая схема функциональной модели ГТУ на базе ГТД АЛ-31СТЭ с утилизационным газотурбинным двигателем

Процесс разработки рабочей модели соотносится с общепринятыми стандартами, представленными в методических рекомендациях «Симуляторы тепловых схем энергетического оборудования» [3].

На рисунке 2 обозначены: К1, КС, ГТ-1, ГТ-2 – компрессор, камера сгорания, приводная и силовая турбины ГТУ АЛ-31СТЭ; К2, УТ-1, УТ-2 – компрессор, приводная и силовая турбины утилизационной газовой турбины.

В таблице 2 приведены исходные данные и результаты расчета ГТУ АЛ-31СТЭ. В таблице 3 приведены исходные данные и результаты расчета утилизационной газовой турбины.

Таблица 2 – Исходные данные и результаты расчета ГТУ АЛ-31СТЭ

Название	Значение	Размерность
Исходные данные		
Степень сжатия компрессора	17	-
Расход топлива	1,1	кг/с
Расход воздуха	66	кг/с
Результаты расчета		
Коэффициент избытка воздуха	4,7	-
Температура газов после КС	1096	°C
Температура отработавших газов	502,3	°C
Мощность	17,88	МВт

Таблица 3 – Исходные данные и результаты расчета утилизационной газовой турбины

Название	Значение	Размерность
Исходные данные		
Давление перед компрессором	0,05	МПа
Температура газов после ТО	50	°С
Результаты расчета		
Мощность	2,22	МВт
Тепловая мощность	21,5 (89,9)	Гкал/ч (ГДж/ч)
Температура уходящих газов	137,0	°С

Заключение

В статье рассмотрен вопрос возможности применения утилизационной газовой турбины с обратной последовательностью процессов в качестве утилизационной установки для ГТУ АЛ-31СТЭ. С целью нахождения ответа на поставленный вопрос была создана действующая модель в программном комплексе HYSYS. В рамках работы проведены вычисления тепловых параметров и выявлены ключевые факторы, описывающие результативность использования отходящих газов газотурбинной установки АЛ-31СТЭ. Дальнейшим направлением исследований является определение оптимального значения независимого параметра теплового цикла утилизации – давления перед компрессором утилизационной газовой турбины.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Aspen HYSYS. Unit Operations Guide. – Burlington : Aspen Technology, 2010. – 1722 с.
2. Peng, D. Y. A New Two-Constant Equation of State/ D. Y. Peng, D. B. Robinson // Industrial and Engineering Chemistry: Fundamentals, – 1976. Т.15. – С. 59-64.
3. Симуляторы тепловых схем энергетического оборудования: метод. указания по выполнению лаб. работ / сост. А. Ю. Попов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. – 19 с.

УДК 629.7

Свиридов Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sviridov Andrey Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Росугбу Алина Денисовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Rosugbu Alina Denisovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE MANUFACTURING OF AIRCRAFT PARTS

Аннотация. Проведен обзор этапов изготовления мастер-моделей деталей авиационного назначения при использовании аддитивных технологий. Указаны некоторые особенности аддитивного производства, свойств материалов и использования оборудования. Описаны варианты изготовления моделей, достоинства и недостатки.

Abstract. This article provides an overview of the stages of manufacturing master models and aircraft components using additive technologies. Some features of additive manufacturing, material properties, and equipment use are highlighted. Model manufacturing options, advantages, and disadvantages are described.

Ключевые слова: аддитивные технологии, трехмерное моделирование, мастер-модель, точное литье отливок.

Key words: additive technologies, 3D modeling, master model, precision casting.

Развитие аддитивных технологий способствует повышению эффективности и технологичности многих видов производств. Моделирование различных деталей, узлов и агрегатов существенно упрощает цикл производства, снижает затраты и повышает качество продукции [1].

В частности, при производстве ответственных авиационных деталей методом точного литья необходима многостадийная технологическая цепочка подготовки производства. Применение некоторых традиционных технологий часто ограничивает возможности разработки конкурентно-способной продукции и сопровождается лишними издержками производства. Например, подготовительные этапы проектирования и изготовления мастер-моделей отливок и пресс-форм уже требуют дорогостоящего оборудования и временных затрат. Внесение изменений в конструкции деталей и узлов повторяют этот цикл еще до запуска в производство [2]

Возможности трехмерного моделирования с последующей распечаткой мастер-моделей отливок, заготовок или готовых авиационных деталей повышает гибкость технологического процесса, особенно в условиях регулярной доработки конструкции деталей.

В работе были смоделированы трехмерные модели (рисунок 1) и подготовлены образцы мастер-моделей отливок методом фотополимерной печати (рисунок 2), по которым изготовлена пресс-форма и выплавляемая модель отливки. Полученная модель пригодна для сборки в модельный блок и далее по действующей технологии литейного производства предприятий.

При использовании трехмерной печати приходится контролировать многие параметры и изучать свойства материалов. Практически все модели при печати дают усадку до 1% и более, что нужно учитывать при моделировании. Размерно-геометрическая точность и чистота их поверхностей при разных способах печати различается. Как правило, пластиковые модели имеют самую грубую поверхность, но и низкую стоимость, в сравнении с фотополимерными, чистота поверхности которых на порядок выше.

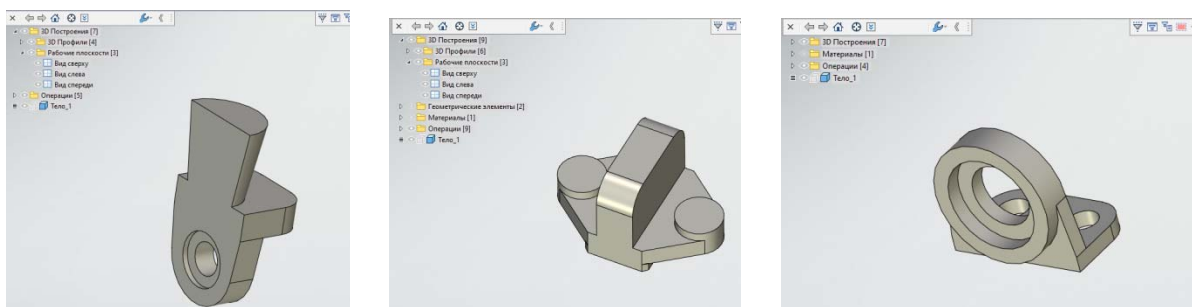


Рисунок 1 – Трехмерные модели



Рисунок 2 – Фотополимерные мастер-модели отливок

Современные силиконовые материалы для изготовления пресс-форм, согласно характеристикам, обладают минимальной (менее 0,1 %) усадкой и образуют глянцевую поверхность [3].

Удаляемые парафинсодержащие материалы для моделей отливок также обладают усадкой около 1%.

Для изготовления конечных изделий, прототипов и тестовых моделей деталей используют инженерные фотополимеры, которые имеют улучшенные физико-механические свойства и могут применяться после финишных операций мехобработки [4].

При распечатке моделей и настройке оборудования трехмерной печати пользовались рекомендациями, приведенными в [5].

Таким образом, аддитивные технологии при изготовлении литых заготовок позволяют сократить достаточно трудоемкий и затратный технологический процесс подготовки удаляемых моделей, повысить их качество и снизить себестоимость.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Килов, А. С. Производство заготовок. Литье: Серия учебных пособий. Книга 3. Проектирование и производство отливок (литых заготовок) / А. С. Килов, А. В. Попов, В. А. Недыхалов – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.
2. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) : Справочник / под общ. ред. А. Ф. Ферронской. – Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2004. – 485 с.
3. Пат. 2502691 Российская Федерация МПК C04B 18/06. Смесь для изготовления огнеупорных бетонов/ Свиридов А.В.; Заявитель и патентообладатель Государственное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования ФГБОУ ВО «КНАГУ»; заявл. 15.08.11; опубл. 20.02.13, бюл. № 5. – 5 с.
4. Патент № 2383410 C1 Российская Федерация, МПК B22C 1/18. Смесь наливная формовочная с повышенной газопроницаемостью для получения отливок из цветных сплавов : № 2008142654/02 : заявл. 27.10.2008 : опубл. 10.03.2010 / В. К. Дубровин ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет».
5. Куриный, В. В. Особенности технологии изготовления корпусов двухсредных беспилотных аппаратов методом послойного наплавления FDM (Fused deposition modeling) / В. В. Куриный, В. В. Солецкий, Лю Бинь // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-2(52). – С. 34-41.

УДК 539.374, 539.373

Сейн Мо, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sein Moe, Postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бормотин Константин Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bormotin Konstantin Sergeevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СБОРКИ СВАРКОЙ, СНИЖАЮЩЕЙ ОСТАТОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ

CALCULATION OF STRUCTURAL GEOMETRY FOR ASSEMBLY BY WELDING, REDUCING RESIDUAL DEFORMATIONS

Аннотация. В производстве при изготовлении конструкций с помощью неразъемных соединений сваркой нарушается геометрическая точность изделия. Это приводит к дополнительным операциям для улучшения качества изделия. С использованием пакета MSC.Marc/Mentat методом конечных элементов выполнено термомеханическое моделирование сварки стали 18ХГ (16MnCr5). Для снижения остаточных деформаций в конструкции таврового соединения в данной работе рассматривается применение итерационного метода решения обратной задачи.

Abstract. In manufacturing, when producing structures using permanent joints by welding, the geometric accuracy of the product is violated. This leads to additional operations to improve the quality of the product. Using the MSC.Marc/Mentat package, thermomechanical finite element modeling of welding of steel 18KHG (16MnCr5) was performed. To reduce residual deformations in the T-joint structure, the application of an iterative method for solving the inverse problem is considered in this study.

Ключевые слова: сварка, остаточные деформации, метод конечных элементов, обратная задача, САЕ-системы.

Key words: welding, residual deformations, finite element method, inverse problem, CAE systems.

Введение

Сварка является ключевым технологическим процессом в современном производстве для создания неразъемных соединений металлических конструкций. Однако интенсивный локальный нагрев и последующее неравномерное охлаждение приводят к возникновению сложных термомеханических процессов, результатом которых становятся остаточные напряжения и деформации [1]. Данные напряжения и деформации нарушают геометрическую точность изделия, снижают эксплуатационные характеристики, в том числе прочность и усталостную долговечность. Для устранения геометрической неточности и улучшения качества изделия требуются дополнительные операции, которые ведут к удорожанию производства [2].

Традиционный подход к анализу сварочных процессов, или прямая задача, заключается в определении напряженно-деформированного состояния конструкции на основе известных данных: параметров сварки (скорость, тепловложение и т.д.), геометрии и свойств материала. С учетом развития вычислительной техники и программ решение данной задачи можно выполнить методом конечных элементов в ряде САЕ-систем, в частности Marc.

Для расчета параметров процесса сварки, исходной геометрии заготовки по известным данным в конечный момент рассматривается обратная задача. Известный подход для обеспечения требуемой геометрии после сборки сваркой ребренных панелей связан с заданием упреждающих кривизн ребер жесткости. Целью данного исследования является применение метода решения обратной задачи по определению необходимого упреждения ребра таврового соединения для минимизации остаточных деформаций.

Постановка задачи и результаты решения

Для термомеханического анализа был выбран программный комплекс Marc/Mentat [3], предназначенный для нелинейного конечно-элементного моделирования. В качестве материала использовалась низколегированная конструкционная сталь марки 18ХГ (ГОСТ 4543) [4], европейским аналогом которой является сталь 16MnCr5. Основные физико-механические и тепловые свойства материала, зависящие от температуры, имеются в базе материалов Mentat (рисунок 1).

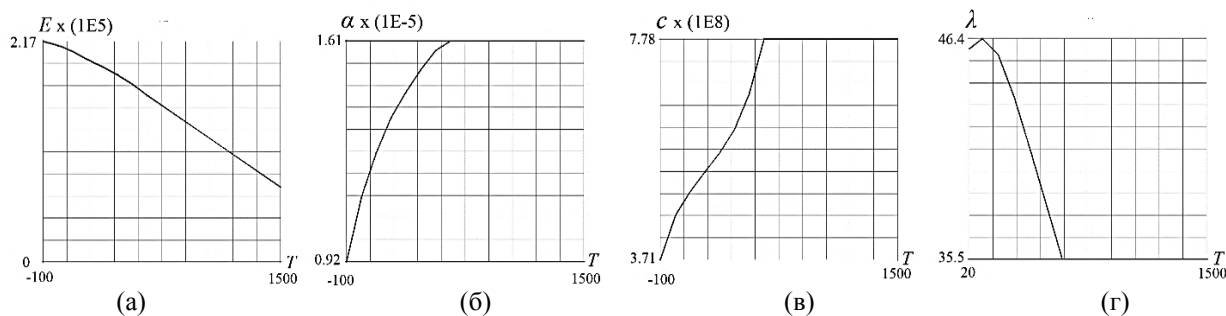


Рисунок 1 – Свойства материала стали 16MnCr5 (18ХГ (ГОСТ 4543)) в зависимости от температуры T (°C): (а) – модуль упругости, E (МПа); (б) – коэффициент линейного расширения, α (1/°C); (в) – удельная теплоемкость, c (МДж/(кг·°C)); (г) – теплопроводность, λ (Вт/(м·°C))

Геометрия модели представляет собой Т-образное угловое соединение двух пластин (рисунок 2). Размеры базовой пластины составляют 90x10x100 мм, а ребра жесткости – 10x30x100 мм. Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетом 10 мм.

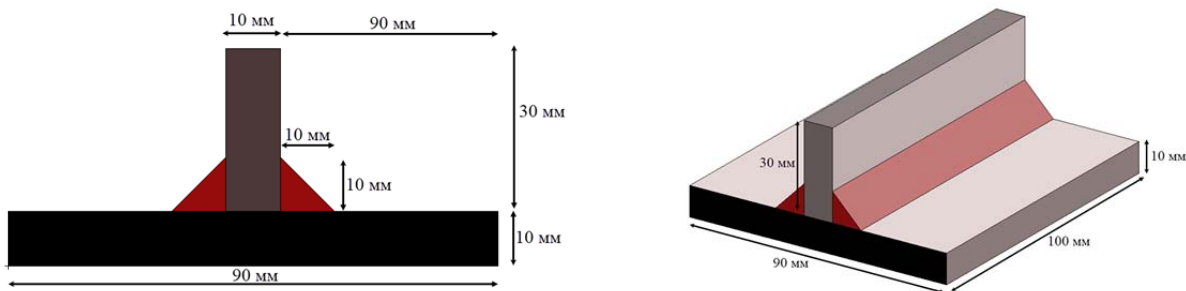


Рисунок 2 – Геометрия для анализа сварки

Для моделирования движущегося источника тепла использовалась объемная модель двойного эллипсоида Голдака, которая позволяет адекватно описывать распределение тепла в сварочной ванне [3]. Параметры процесса: скорость сварки - 5 мм/с, ширина ванны - 8 мм, глубина проплавления: 8 мм, параметры эллипсоида: передняя полуось (c_f) - 3 мм; задняя полуось (c_r) - 7 мм.

Начальная температура всех узлов модели была принята равной 20°C. Сварка выполнялась в два прохода. Для фиксации заготовки в процессе сварки были применены механические граничные условия, имитирующие закрепление в оснастке, которые снимались после завершения процесса для анализа остаточных деформаций (разгрузка).

Анализ проводился с учетом охлаждения: моделирование процесса сварки (40 с) и последующего длительного охлаждения до стабилизации температуры (3600 с) (рисунок 3).

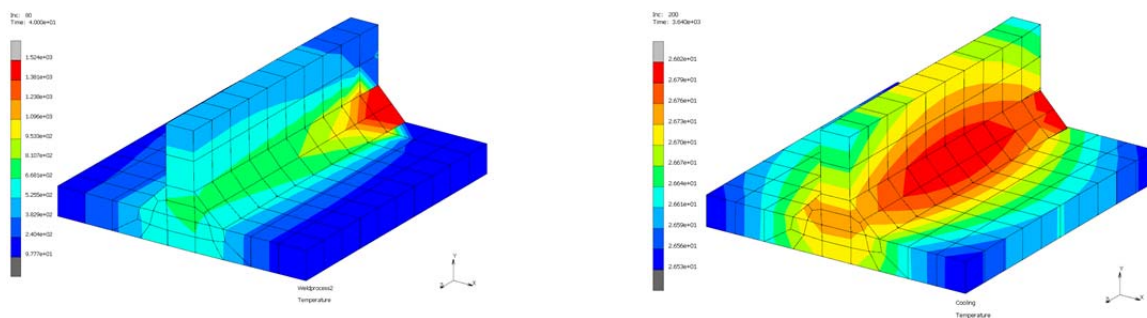


Рисунок 3 – Сравнение результатов распределения температуры после процесса сварки и охлаждения

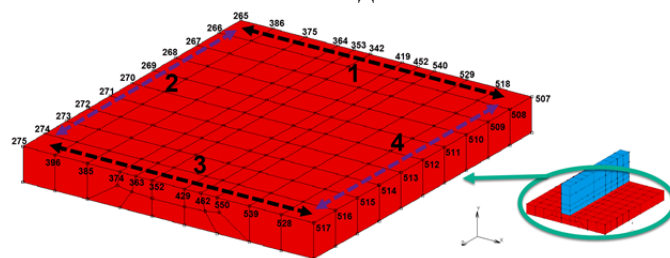


Рисунок 4 – Сравнение результатов деформации на 4 границах заготовки

Для снижения остаточных деформаций пластины (анализируются перемещения краев пластины, рисунок 4) был применен итерационный метод решения обратной задачи для расчета упреждения ребра жесткости [5]. Метода заключается в определении такого поля начальных перемещений (начальной кривизны) ребра жесткости, которое при организации сборки и сварки компенсирует остаточные деформации. На каждой итерации перемещения узлов поверхности ребра жесткости корректировались по следующей формуле:

$$u_{xi}^{k+1} = u_{xi}^k + \alpha^k (\tilde{u}_{xi}^* - \tilde{u}_{xi}^k) \quad (1)$$

где k – номер итерации, α – коэффициент, u_{xi}^k – перемещение i -го узла на итерации k , задающее упреждение ребра жесткости, $\tilde{u}_{xi}^*$ – заданное остаточное перемещение i -го узла (для данной задачи $\tilde{u}_{xi}^* = 0$), а $\tilde{u}_{xi}^k$ – полученное в результате сварки остаточное перемещение i -го узла на итерации k .

Для оценки эффективности на каждой итерации (1) вычислялась суммарная квадратичная ошибка перемещений e^k для узлов на границах базовой пластины (рисунок 5):

$$e^k = \sqrt{\sum_i (\tilde{u}_{ix}^k)^2 + (\tilde{u}_{iy}^k)^2 + (\tilde{u}_{iz}^k)^2}. \quad (2)$$

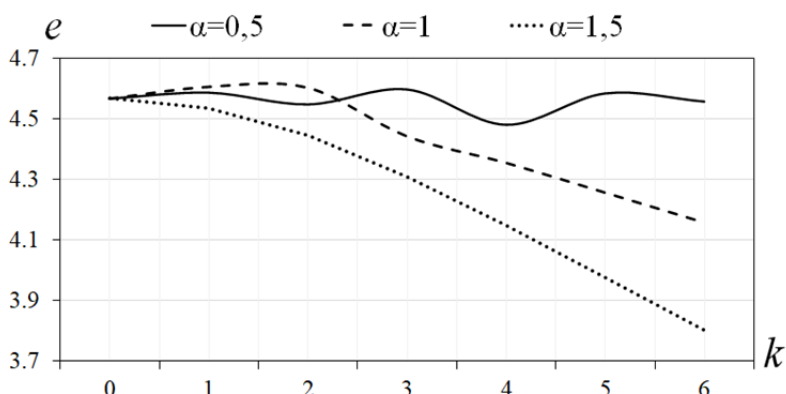


Рисунок 5 – График изменения среднеквадратического отклонения e^k

Анализ графика сходимости показал, что среднеквадратическое отклонение e^k (2) монотонно уменьшается с каждой итерацией для всех значений α . Наилучшую скорость сходимости и минимальное конечное значение ошибки продемонстрировал расчет с $\alpha=1,5$. Это указывает на то, что для данной системы данный коэффициент является оптимальным, обеспечивая баланс между скоростью и стабильностью процесса решения.

Заключение

Результаты моделирования таврового соединения сваркой демонстрируют остаточные отклонения от исходной геометрии заготовки. Предложен и численно апробирован способ снижения данных отклонений путем задания необходимой упреждающей кривизны ребра жесткости. Расчет упреждения ребра жесткости выполняется комбинацией метода конечных элементов и итерационного метода решения обратной задачи. Анализ графика сходимости решения обратной задачи показывает снижение остаточных отклонений геометрии конструкции, вызванных сваркой.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-29-00332.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Теория сварочных процессов / А. В. Коновалов [и др.]. Под ред. В. М. Неровного. – М.: изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 752 с.
2. Phillips, D. H. Welding Engineering: An Introduction / D. H. Phillips // Published by John Wiley & Sons, Ltd (Chichester, West Sussex, United Kingdom) – 2016. p. 275.
3. Marc: Advanced Nonlinear Simulation Solution // Hexagon AB and/or its subsidiaries: официальный сайт. – URL: <https://hexagon.com/products/marc> (дата обращения: 26.09.2025).
4. European Steel and Alloy Grades/Numbers Steel Number / Worldwide equivalents of grade 18KHG (GOST 4543) and its European equivalent 16MnCr5 (EN 1.7131). URL: https://www.steelnumber.com/en/equivalent_steel_iron_eu.php?zname_id=11090 (дата обращения: 29.09.2025).
5. Бормотин, К. С. Моделирование клепочной сборки обшивок крыла с упреждением ребер жесткости / К. С. Бормотин, А. И. Олейников, И. О. Овчаров // Вычислительные методы и программирование. 2015. – Т.16. – С. 376-386.

УДК 62.174

Смирнов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теплые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Smirnov Alexey Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Thermal Power Plants», Komsomolsk-na-Amure State University

Душенко Сергей Владимирович, инженер, директор СП «Комсомольская ТЭЦ-2» АО «Дальневосточная генерирующая компания»

Duschenko Sergey Vladimirovich, Engineer, Director of Komsomolskaya TPP-2 JSC, Far Eastern Generating Company,

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК СО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРА FEATURES OF DEVELOPMENT OF STEAM TURBINE SETS WITH SUPERCRITICAL PARAMETERS

Аннотация. Тепловая энергетика остается одной из основных составляющих топливно-энергетического комплекса страны и ей уделяется значительное внимание в программах и прогнозах развития энергетики России. Большую долю в тепловой энергетике занимают паротурбинные установки. И, несмотря на развитие газотурбинной отрасли, в стране продолжают строиться и развиваться паровые турбины. Одним из направлений развития паротурбинной стационарной энергетики является применение сверхкритических параметров пара. Это направление широко развивается за рубежом. Интересным представляется рассмотрение некоторых особенностей этого направления развития.

Abstract. Thermal power generation remains one of the main components of the country's fuel and energy complex, and it receives significant attention in Russia's energy development programs and forecasts. Steam turbine plants account for a significant portion of thermal power generation. Despite the development of the gas turbine industry, steam turbines continue to be built and expanded in the country. One of the areas of development in stationary steam turbine power generation is the use of supercritical steam parameters. This area is widely explored abroad. It is interesting to consider some of the features of this development.

Ключевые слова: тепловая энергетика, паротурбинные установки, сверхкритические параметры пара.

Key words: thermal power engineering, steam turbine plants, supercritical steam parameters.

Введение

Сегодня мировая, в том числе и российская, энергетика представлена различными видами: тепловая энергетика, гидроэнергетика, атомная энергетика, энергетика на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ветряная, солнечная, геотермальная, приливная). Но, несмотря на такое многообразие и существующие тренды, тепловая энергетика продолжает занимать значительное место в общем объеме генерирующих мощностей. При этом речь идет не только о действующих предприятиях, но и о строительстве новых на базе теплоэнергетических установок. Так, например, в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года говорится, что перспективным представляется «строительство теплоэлектроцентралей как основы централизованного энергоснабжения крупных городов и промышленных комплексов» [1]. Соответственно, вопросы, связанные с областью тепловой энергетики, остаются на сегодняшний день актуальными.

Основная часть

Основными видами теплоэнергетического оборудования теплоэнергетических предприятий сегодня являются паро- и газотурбинные установки. Паротурбинные установки в принципе всегда являлись основным видом установок в стационарной теплоэнергетике. Но в последние годы идет активное освоение и внедрение газотурбинных двигателей. Этому способствуют и увеличивающиеся единичные мощности агрегатов, и улучшающиеся показатели

эффективности этих установок. Однако, несмотря на такое «частичное вытеснение», паровые турбины остаются одним из основных тепловых двигателей теплоэнергетических предприятий. Продолжается совершенствование тепловых схем турбоустановок, конструкций паровых турбин и другого сопутствующего оборудования, исследуются режимы эксплуатации и прорабатываются мероприятия по продлению ресурса работы установок.

В упомянутой во введении Энергетической стратегии [1] говорится, что «в вопросах развития электроэнергетики необходимо последовательно выступать за сохранение существующей структуры отрасли, основу которой составляют крупные электростанции, функционирующие в рамках Единой энергетической системы России». Подчеркивается также и важность развития систем централизованного теплоснабжения, что невозможно без сохранения теплоэлектроцентралей. Согласно Стратегии, в части развития тепловых электрических станций планируется, среди прочего, повышение экономической эффективности путем ввода в эксплуатацию современных отечественных и локализованных высокоэффективных паровых турбин, в том числе теплофикационных газотурбинных теплоэлектростанций и парогазовых установок разной мощности [1]. Для достижения указанных целей рекомендуется, в том числе, внедрение и развитие комбинированных технологий для производства электрической и тепловой энергии на сверхкритических и ультрасверхкритических параметрах пара.

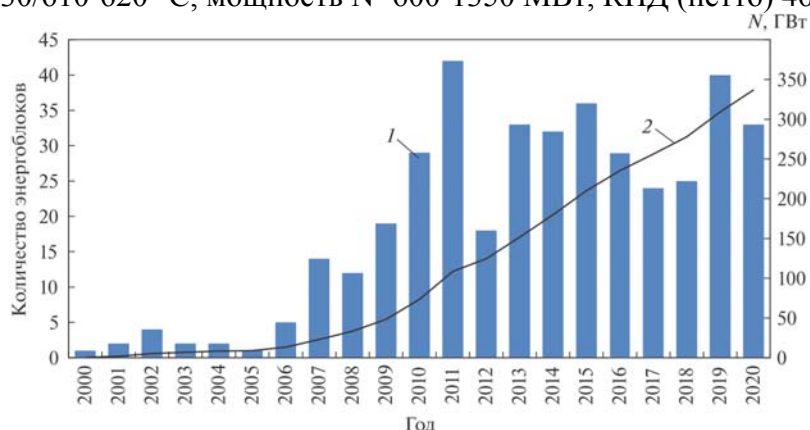
Интересным также представляется Прогноз научно-технологического развития отраслей ТЭК России на период до 2035 года [2]. Согласно этого документа, на сегодняшний день в России нет ни одного энергоблока на суперсверхкритические параметры пара. В долгосрочной перспективе планируется разработка основного технологического оборудования для угольных электростанций на ультрасверхкритические параметры пара (мягкие условия: 32 МПа, 650/670 °С, жесткие условия: 35 МПа, 700/720 °С) с КПД на уровне 50-53 %. Таким образом, вопросы, связанные с исследованием, разработкой и внедрением паротурбинных технологий на сверхкритических параметрах пара, представляются весьма актуальными. Рассмотрим некоторые особенности этой области развития и текущее состояние вопроса в мировой энергетике.

С точки зрения технической термодинамики, повышение начальных параметров пара является одним из основных направлений повышения термического КПД. Причем, учитывая неоднозначность влияния на КПД начального давления пара, последнее увеличивают чаще вместе с начальной температурой, вводя при этом и промежуточный перегрев пара. А в случае применения сверхкритических параметров пара применяют несколько ступеней промежуточного перегрева. В связи с вышесказанным, переход на сверхкритические параметры пара вполне логичен. К тому же, следствием повышения КПД установки является снижение выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу, что в последнее время стало весьма актуальным.

Как известно, параметры воды в критической точке, то есть когда пропадает различие в свойствах воды и пара, составляют $p_{кр}=22,115$ МПа и $t_{кр}=374$ °С. Переход от докритических параметров пара к сверхкритическим ($p_0=24-24,7$ МПа и $t_0=545-565$ °С) в СССР и других энергетически развитых странах начался с конца 50-х - начала 60-х годов XX века [3]. Правда, установки, созданные в США (ТЭС Philo в 1957 г. и ТЭС Eddystone в 1959 г.), скорее можно отнести к энергоблокам на суперсверхкритических параметрах пара: $p_0=31$ МПа, $t_0=621/565/538$ °С и $p_0=34,5$ МПа, $t_0=649/565/565$ °С соответственно [4]. Но широкого распространения энергоблоки на сверхкритических параметрах не получили. И только начиная примерно с 2006 года, в мире началось интенсивное развитие и внедрение таких энергоблоков. На рисунке 1 представлен мировой опыт развития направления по внедрению энергоблоков на суперсверхкритические параметры (ССКП) пара [4].

Основными странами (по количеству и мощности энергоблоков), применяющими сверхкритические технологии, являются Китай, Япония, Южная Корея, Германия. В меньшем объеме такие энергоблоки строятся в странах Европы (кроме Германии), Азии, Ближнем Востоке, США и др. [4].

По состоянию на 2023 г. достигнуты следующие среднестатистические уровни параметров и показателей энергоблоков ССКП: давление пара $p_0=28-32$ МПа, температура пара $t_0=600-610/600-630/610-620$ °С, мощность $N=600-1350$ МВт, КПД (нетто) 46-49 % [4].



1 – количество энергоблоков ССКП; 2 – мощность энергоблоков ССКП

Рисунок 1 – Мировая динамика ввода энергоблоков на суперсверхкритические параметры пара

Интересен опыт Китая, который совершил «рывок» от запуска проекта по изучению зарубежных технологий ССКП в 2002 г. до создания полностью отечественного энергоблока в 2009 г. мощностью 1030 МВт и ввода в эксплуатацию в 2022 г. энергоблока мощностью 1350 МВт [4].

Развитие сверхкритических паротурбинных технологий в России увязывается с задачей повышения КПД пылеугольных ТЭС с одновременным улучшением экологических показателей тепловых электростанций. Созданием энергоблоков ССКП (их элементов) в нашей стране еще примерно с середины прошлого века занимается ВТИ. Уже в 1949 г. на ТЭЦ ВТИ был запущен первый в мире котел на суперсверхкритические параметры пара с давлением $p_0=29,4$ МПа и температурой $t_0=650$ °С [5]. В 60-е годы прошлого века введен в эксплуатацию опытный блок СКР-100 с такими же параметрами пара на Каширской ГРЭС. За время опытной эксплуатации оборудования отработаны вопросы режимов, материалов, надежности и др. В 2007-2008 годах ВТИ, ЦКТИ и ЦНИИТМАШ совместно с энергомашиностроительными компаниями ОАО «ЭМАльянс» и ОАО «Силовые машины» выполнили предпроектную проработку энергоблока мощностью 660 МВт с параметрами пара $p_0=29,4$ МПа и температурой $t_0=600/600-620$ °С [5]. Разработанный энергоблок обладает рядом технических преимуществ по сравнению с зарубежными аналогами. Но требуется выполнить еще ряд шагов для реализации этого проекта.

Однако, не всё представляется таким однозначным в направлении развития энергоблоков ССКП. Интересное мнение в 2010 г. высказал Юрий Кириллович Петреня, долгие годы занимавший должность генерального директора Центрального котлотурбинного института [6]. По его словам, возникает много вопросов к материалам (металлам), способным выдерживать температуры свыше 600, а тем более, 700 °С. При таких температурах требуется применение легированных сталей мартенситного класса с большей долей легирующих элементов (хрома, никеля и др.). А отсюда целый ряд следствий: изменения в металлургических технологиях, способах обработки сталей, удорожание оборудования и др. Поэтому задача создания и развития энергоблоков ССКП требует взвешенного подхода.

Заключение

Развитие паротурбинных установок на сверхкритических параметрах пара (в том числе на суперсверх- и ультрасверхкритических параметрах), несомненно является на сегодняшний день трендом в развитии тепловой энергетики в мире. Но при детальном изучении вопроса возникают нерешенные задачи (например, в части производства и обработки соответствующих материалов для теплонапряженного оборудования), что должно вносить свои коррективы в прогнозные даты развития таких энергоблоков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Энергетическая стратегия России на период до 2050 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/d6a/Energostrategiya-RF-do-2050-goda.pdf> (дата обращения: 30.09.2025).
2. Прогноз научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/ministry/forecast-ntr> (дата обращения: 30.09.2025).
3. Кондратьев, А.А. Развитие паровых турбин на сверхкритические и суперсверхкритические параметры пара / А.А. Кондратьев, В.А. Рассохин, С.Ю. Олейников, Е.А. Кондратьев, А.В. Осипов // Вестник брянского государственного технического университета. – 2017. – № 1 (54). – С.72-82. – EDN: YNEEOL.
4. Сомова, Е. В. Современные угольные энергоблоки на суперсверхкритические параметры пара (обзор) / Е. В. Сомова, А. Н. Тугов, А. Г. Тумановский // Теплоэнергетика. –2023. – № 2. – С. 5–23. – EDN: EDICYC.
5. Тумановский, А. Г. Угольная генерация в мире и России / А. Г. Тумановский, А. Н. Тугов, Г. А. Рябов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2025. – 248 с.
6. Дефицит продавцов будущего. URL: <https://proatom.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=2742> (дата обращения: 30.09.2025).

УДК 621.165

Хвостиков Александр Станиславович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Khvostikov Alexander Stanislavovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИНАРНОГО ЦИКЛА ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ IMPROVING THE EFFICIENCY OF BINARY CYCLES IN STEAM TURBINE PLANTS USING HEAT PUMPS

Аннотация. Настоящая статья посвящена исследованию методов снижения тепловых потерь в конденсаторе с помощью тепловых насосов. При этом происходит увеличение вырабатываемой тепловой и электрической мощности энергоустановки. Использование низкопотенциального тепла возможно с помощью органического цикла Ренкина. В статье предложены схемы для абсорбционного и парокомпрессионного теплового насоса повышающую температуру органического цикла Ренкина.

Abstract. This article is devoted to the study of methods for reducing heat losses in a condenser using heat pumps. At the same time, the generated thermal and electrical power of the power plant increases. The use of low-potential heat is possible using an organic Rankine cycle. The article proposes schemes for an absorption and vapor compression heat pump that increases the temperature of the organic Rankine cycle.

Ключевые слова: органический цикл Ренкина, абсорбционный тепловой насос, парокомпрессионный тепловой насос, низкопотенциальное тепло, энергетическая эффективность, теплота конденсатора.

Key words: organic Rankine cycle, absorption heat pump, steam compression heat pump, low-potential heat, energy efficiency, heat of the condenser.

Введение

В производстве тепловой и электрической энергии основными затратами является затраты на топливо. Снижение затрат может быть выполнено с помощью энергосбережения. Наибольшие потери энергии (до 50% от используемой энергии топлива) это потери в конденсаторе. Следующие по величине тепловые потери это теплота дымовых газов (до 50% от

используемой энергии топлива). Использование энергии в конденсаторе невозможно вследствие низкого потенциала этой энергии. Температура конденсируемого пара около 36 °С. Утилизация низкопотенциальной энергии возможно с помощью органического цикла Ренкина (ОЦР), однако температуры конденсатора мало для использования в теплоты в ОЦР. Подогреть рабочее тело до более высоких температур можно с использованием тепловых насосов. На электрических станциях используют тепловые насосы для более высокопотенциальных источников: уходящих газов паровых котлов и газотурбинных, двигателей внутреннего сгорания и др. Величина тепловых потерь теряемого в конденсаторе и воздействие этих потерь на экологию заставляет исследователей разрабатывать методы утилизации тепла, теряемого в конденсаторы. Настоящая статья посвящена исследованию методов снижения тепловых потерь в конденсаторе с помощью тепловых насосов. При этом происходит увеличение вырабатываемой тепловой и электрической мощности энергоустановки.

Основная часть

Снижение потерь в конденсаторе возможно с помощью отборов на теплофикационное потребление, снижающее количество пара в конденсатор. При этом количество тепла, отдаваемое на теплофикацию, определяется режимными параметрами. Использование низкопотенциального тепла возможно с помощью ОЦР. Для получения работы органической паротурбинной установки возможно только при наличии теплового перепада. Этот тепловой перепад можно создать либо более интенсивным охлаждением конденсатора органического цикла или повышением начальных параметров. Исследования показывают большие энергетические затраты интенсивного охлаждения конденсатора. Эффективность органического цикла от температуры рабочего тела показано на рисунке 1.

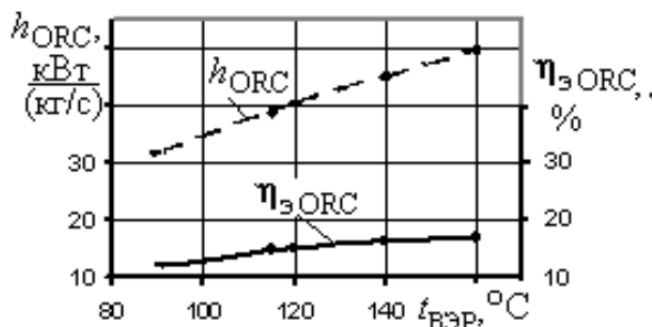


Рисунок 1 – Влияние КПД ОЦР от температуры низкокипящего источника

Как видно из рисунка 1 область эффективного использования ОЦР начинается от 80 °С. Такие установки разрабатывают и применяют для утилизации геотермальной теплоты и энергии солнца. Снижение теплоты уже на 20-30 °С значительно снижает показатели эффективности. Поэтому необходимо рассмотреть способы повышения энергии низкопотенциальной теплоты конденсатора.

Повышение теплоты низкопотенциального теплоносителя возможно с помощью теплового насоса. Тепловые насосы подразделяют на абсорбционные и парокомпрессионные. Тепловой насос позволяет подогревать рабочее тело до температур выше температур теплоносителя. Ограничение применения теплового насоса, в том числе, является невозможность найти потребителя для столь больших объемов тепловой энергии. Объем энергии на теплофикацию зачастую значительно меньше производимой электроэнергии, а утилизируемая теплота в конденсаторе ее превышает.

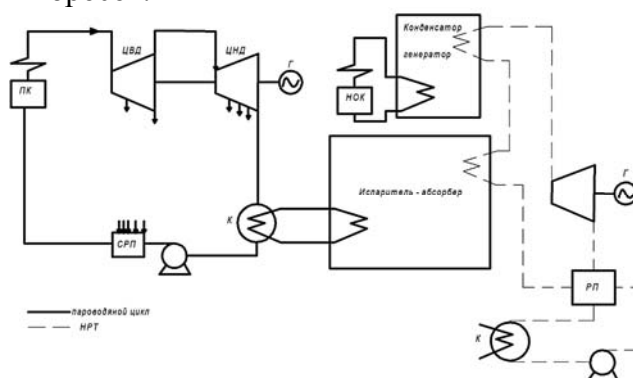
Существующие в настоящее время способы утилизации теплоты используют промышленный отбор турбины и пар из турбин с противодавлением для подогрева НРТ турбины [2, 3]. Однако при этом примерно такая же теплота утилизируется в конденсаторе турбине ОЦР. Применение ОЦР для выработки электроэнергии незначительно влияет на показатели эффективности.

В конденсаторе техническая вода подогревается на 10-15 °С в оборотной системе технического водоснабжения и на 3-5 °С в проточной системе технического водоснабжения.

Низкая температура утилизируемой теплоты не позволяет напрямую использовать эту теплоту для выработки электроэнергии. Повышение величины нагрева рабочей жидкости в конденсаторе (перевод турбины на противодавление) или использование теплоты отборов снижает эффективность работы турбины и не дает значимого повышения эффективности.

Понижение температуры охлаждения рабочего тела ОЦР ограничивается температурой холодного теплоносителя. В энергетических установках для передачи теплоты от более холодного тела к более тепловому применяют тепловые насосы. Одним из методов использования низкопотенциальной теплоты является тепловые насосы.

Предлагается объединить тепловой насос, ОЦР с турбиной на НРТ и паровой цикл. Схема предлагаемого решения для абсорбционного теплового насоса изображена на рис. 2. На схеме условно не показано движение рабочего тела рабочих агентов теплового насоса, что сделано для упрощения схемы. Паровой цикл с тепловой и электрической генерацией остается без изменения, что позволяет внедрять установки в существующее производство тепловой и электрической энергии. Тепловой насос утилизирует теплоту конденсатора парового цикла и конденсатора НРТ. Утилизация теплоты конденсатора НРТ позволяет полностью избавиться от тепловых выбросов.



ПК – паровой котел, СРП – система регенеративного подогрева, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления, К – конденсатор, РП – регенеративный подогреватель ОЦР, НОК. – низкотемпературный котел теплового насоса.

Рисунок 2 – Схема утилизации тепла в конденсаторе при помощи абсорбционного теплового насоса

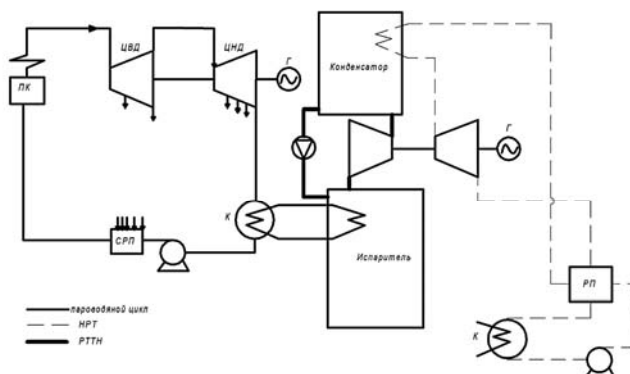
Техническая вода из конденсатора поступает в испаритель теплового насоса. Для питания генератора теплового насоса используют пар теплофикационных или промышленных отборов. Энергия НРТ нагревается в испарителе и конденсаторе теплового насоса, перегревая его до требуемых температур для эффективности работы ОЦР (не менее 80 °С). После срабатывания рабочего тела в турбине с регенерацией НРТ поступает в конденсатор. Отдав теплоту в конденсаторе рабочее тело поступает в насос, где повышается давление НРТ до требуемых значений, подогреваясь последовательно в регенераторе и тепловом насосе поступает обратно в ОЦР. Конденсат, охлажденный в генераторе возвращается в паровой цикл.

Источником тепла в генератор выступает низкотемпературный котел, подогревающий слабый раствор теплового насоса. При использовании теплового насоса в составе паротурбинной установки для подогрева обычно используют производственные или теплофикационные отборы турбины. При полной утилизации теплоты в конденсаторе использование отборов недостаточно.

Эффективность тепловой схемы можно оценить только в анализе к конкретной турбоустановки. Проведем оценку эффективности использования тепловой схемы на рис. 3 применительно к турбоустановке Т-180/210-130. Применим для расчета стандартный балансовый метод расчета турбоустановки. Согласно результатам расчет пара в конденсатор 75,455 кг/с, срабатываемый теплоперепад в конденсаторе 2 266,4 кДж/кг, утилизируемая теплота в конденсаторе 171,011 МВт, утилизируемая теплота в конденсаторе НРТ. Расход тепла на турбоустановку 339,81 МВт. Количество тепла, вырабатываемое в низкотемпературном котле, определяется параметрами теплового насоса. Приняв температуру подогрева рабочего

тела до температуры 100 °С получим соотношение подведенной и утилизируемой теплоты к общей тепловой нагрузке равной 0,56% и количество тепла низкотемпературного котла 217,65. При этом можно получить дополнительно около 190 МВт электрической энергии и обобщенный КПД турбоустановки 66,4%.

Производство электроэнергии на утилизации тепловой энергии возможно и для парокompрессионного теплового насоса. Энергия на компрессор может отбираться напрямую от турбины. Тепловая схема предлагаемой работы представлена на рисунке 3.



ПК – паровой котел, СРП – система регенеративного подогрева, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления, К – конденсатор, РП – регенеративный подогреватель ОЦР. Рисунок 3 – Схема утилизации тепла в конденсаторе при помощи абсорбционного теплового насоса

Рабочий агент парокompрессионного теплового насоса, получив теплоту от конденсатора, сжимается компрессором и подается в конденсатор теплового насоса с высокими показателями температуры и давления. Отдавая теплоту НРТ. НРТ проходит органический цикл Ренкина аналогичный предыдущей схеме. Часть энергии, выработанной в турбине НРТ, уходит в компрессор теплового насоса.

Удельный расход энергии на работу компрессора современных парокompрессионных тепловых насосов составляет 0,3, что для турбоустановки Т-180/210-130 составит примерно 51 МВт. При этом турбина на НРТ выработает дополнительно 100 МВт энергии, за вычетом 51 МВт на привод компрессора составит 49 МВт электрической энергии. КПД такой схемы утилизации тепловой энергии конденсатора 67,4%.

Заключение

В статье предложены схемы для абсорбционного и парокompрессионного теплового насоса повышающую температуру органического цикла Ренкина. Предварительный анализ эффективности применения абсорбционного и парокompрессионного тепловых насосов показывает эффективность таких решений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ использования тепловых насосов на тепловых и атомных электростанциях / Н. Н. Ефимов, В. В. Папин, П. А. Малышев, Р. В. Безуглов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2010. – № 4(156). – С. 35-39. – EDN MSNZBP.
2. Романюк, В. Н. Развитие тепловых схем ТЭЦ в условиях объединенной энергосистемы Беларуси / В. Н. Романюк, А. А. Бобич // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2015. – № 4. – С. 31-43.
3. Оценка энергетической эффективности цикла теплового насоса со ступенчатым сжатием / С. К. Абильдинова, Р. А. Мусабеков, А. С. Расмухаметова, С. В. Чичерин // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2019. – Т. 62. – № 3. – С. 293-302.

**ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТОЛСТОСТЕННОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ
ОБОЛОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАВНОМЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ**
**STRAIN STATE OF A THICK-WALLED SPHERICAL SHELL UNDER THE ACTION
OF UNIFORM PRESSURE**

Аннотация. В исследовании рассмотрена задача деформирования толстостенной сферической оболочки под действием равномерного давления, получено распределение главных максимальных и минимальных деформаций, интенсивностей упругих и пластических деформаций в зависимости от уровня нагружения с помощью метода конечных элементов.

Abstract. The study considers the problem of deformation of a thick-walled spherical shell under the action of uniform pressure, and the distribution of the main maximum and minimum deformations, the intensities of elastic and plastic deformations, depending on the level of loading using the finite element method, is obtained.

Ключевые слова: оболочка, толстостенная, сфера, давление, деформированное состояние

Key words: shell, thick-walled, sphere, pressure, deformed state.

Введение

Оболочки, работающие под давлением, применяются в различных отраслях промышленности. Расчет их напряженно-деформированного состояния позволяет оценить прочность и устойчивость конструкций. Сегодня в ряде исследований рассмотрены проблемы упруго-пластического деформирования оболочек, в частности, изучены вопросы предельного деформирования [1], деформирования с учетом нелинейностей [2, 3], а также задачи и проблемы автофреттирования [4-6]. Актуальность таких исследований обусловлена тем, что оболочечные элементы встречаются в критических объектах инфраструктуры, и оценка объективной картины их напряженно-деформированного состояния позволяет повысить эффективность и безопасность производства. В данной работе объектом исследования являлась толстостенная сферическая оболочка. В рамках исследования требовалось рассчитать деформированное состояние оболочки под действием давления на внешней поверхности, при котором в стенке оболочки появляются первые пластические деформации, и когда вся стенка переходит в пластику.

Основная часть

При проведении конечно-элементного расчета с целью учета симметрии был вырезан элемент в виде одной восьмой части оболочки (рисунок 1). На граничных поверхностях вырезанного элемента были заданы краевые условия для перемещений и углов поворота, в частности: в плоскости Oxy : $u_z = 0, \theta_{xy} = \theta_{yz} = \theta_{zx} = 0$, в плоскости Oyz : $u_x = 0, \theta_{xy} = \theta_{yz} = \theta_{zx} = 0$, в плоскости Ozx : $u_y = 0, \theta_{xy} = \theta_{yz} = \theta_{zx} = 0$. При построении конечно-элементной сетки было использовано 2047 узлов и 272 элемента (рисунок 2). При проведении расчета были использованы геометрические характеристики: наружный диаметр 720 мм, внутренний радиус 688 мм. При расчете использовалась модель материала с линейным упрочнением: модуль упругости 195 ГПа, предел текучести 1110 МПа, предел прочности 1750 МПа.

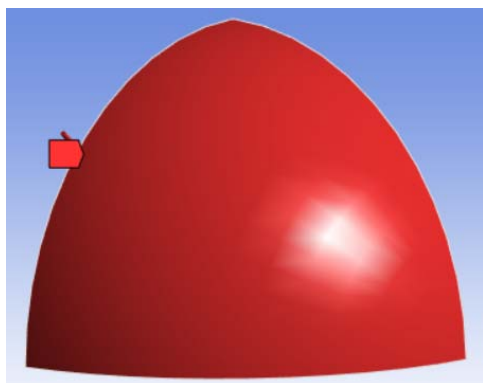


Рисунок 1 – Нагружение равномерным давлением элемента оболочки

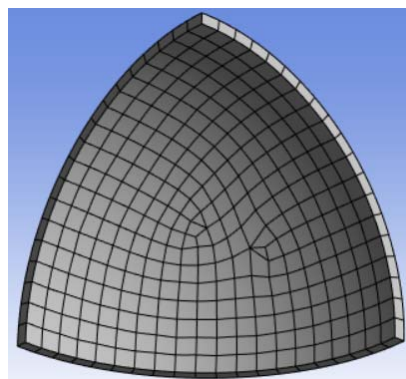


Рисунок 2 – Конечно-элементная сетка

На рисунках 3-5 получено распределение деформаций в стенке оболочки при давлении 94,8 МПа, когда первые пластические деформации только появляются в теле. На рисунке 6 представлено деформированное состояние при давлении 100,8 МПа, когда все тело перешло в пластику.

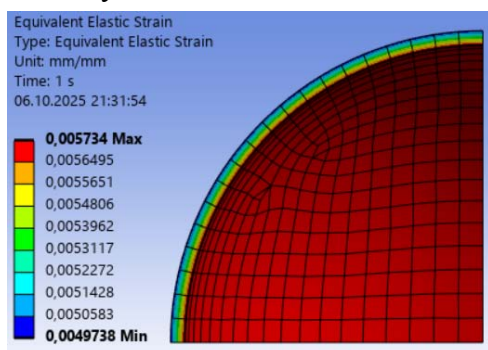


Рисунок 3 – Интенсивность деформаций при давлении 94,8 МПа

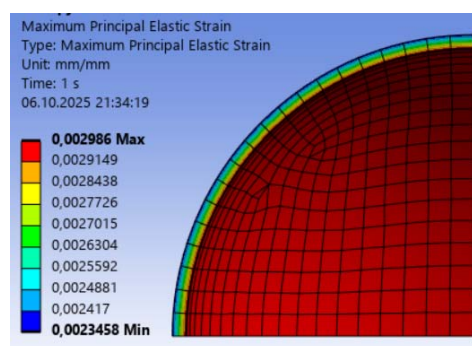


Рисунок 4 – Максимальные главные деформации при давлении 94,8 МПа

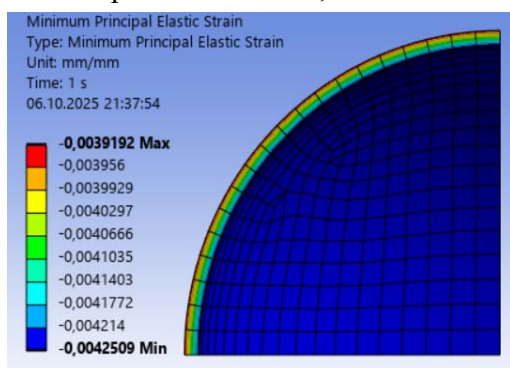


Рисунок 5 – Минимальные главные деформации при давлении 94,8 МПа

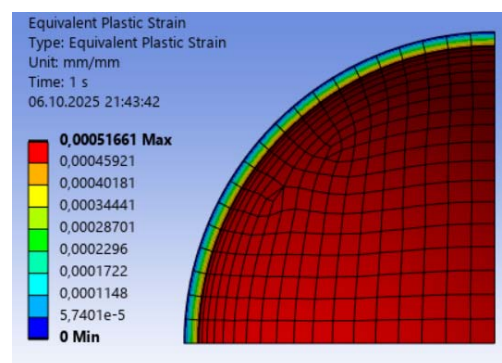


Рисунок 6 – Интенсивность пластических деформаций при давлении 100,8 МПа

Согласно полученным результатам конечно-элементного расчета максимальные главные деформации при давлении 94,8 МПа принимают положительные значения и достигают наибольшего значения на внутренней границе, а минимальные главные деформации – отрицательные и принимают по абсолютной величине наибольшее значение на внутренней границе. При давлении 100,8 МПа вся стенка переходит в пластику, и наибольшие эквивалентные пластические деформации достигаются на внутренней границе.

Заключение

В рамках исследования проведено конечно-элементное моделирование процесса деформирования оболочки под внешним давлением, получено распределение интенсивностей деформаций для двух случаев: когда пластика только появляется в стенке оболочки и когда вся стенка переходит в область пластики, а также получено распределение главных деформаций для первого случая нагружения; выявлены наиболее деформируемые зоны стенки. Ре-

зультаты расчета могут быть использованы для оценки достоверности при разработке собственных аналитических и численных методик расчета.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №25-79-10135, <https://rscf.ru/project/25-79-10135/>, «Разработка моделей гидравлического автофретирования осесимметричных оболочек с учетом деформационной анизотропии и вторичных пластических деформаций».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Andrianov, I. K. Bearing capacity of spherical thick-walled shell taking into account compressibility and nonlinear plasticity / I. K. Andrianov, S. I. Feoktistov // *Materials Physics and Mechanics*. – 2022. – Vol. 50, No. 3. – P. 410-419. – DOI 10.18149/MPM.5032022_5. – EDN LEWGQK.
2. Феоктистов, С. И. Метод расчета предельных деформаций при раздаче трубной заготовки с учетом нелинейной пластичности / С. И. Феоктистов, И. К. Андрианов // *Прикладная механика и техническая физика*. – 2023. – Т. 64, № 4(380). – С. 195-202. – DOI 10.15372/PMTF202215239. – EDN UGOFJS.
3. Андрианов, И. К. Обратная задача упругопластического деформирования свободной толстостенной цилиндрической оболочки с учетом нелинейного закона упрочнения / И. К. Андрианов, С. И. Феоктистов // *Проблемы прочности и пластичности*. – 2024. – Т. 86, № 3. – С. 259-269. – DOI 10.32326/1814-9146-2024-86-3-259-269. – EDN SYNXOC.
4. Феоктистов, С. И. Моделирование гидравлического автофретирования толстостенных цилиндрических оболочек с учетом упругопластической анизотропии, вызванной эффектом Баушингера / С. И. Феоктистов, И. К. Андрианов, Л. Тхет // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. – 2025. – № 2. – С. 149-178. – DOI 10.31857/S1026351925020094. – EDN ANMFKA.
5. Андрианов, И. К. Анализ нагружения толстостенных оболочек в пространстве Ильюшина при автофретировании / И. К. Андрианов, С. И. Феоктистов // *Прикладная математика и механика*. – 2025. – Т. 89, № 2. – С. 295-309. – DOI 10.31857/S0032823525020087. – EDN ILOXIX.
6. Feoktistov, S. I. Analytical description of the Bauschinger effect using experimental data and the generalized Masing principle / S. I. Feoktistov, I. K. Andrianov // *Materials Physics and Mechanics*. – 2024. – Vol. 52, No. 1. – P. 49-59. – DOI 10.18149/MPM.5212024_5. – EDN CDZUSY.

УДК 539.3

Чепурнова Елена Константиновна, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chepurnova Elena Konstantinovna, Postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Лин Тхет, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lin Htet, Postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ АВТОФРЕТИРОВАНИЕ ТОЛСТОСТЕННЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК

HYDRAULIC AUTOFRETTAGE OF THICK-WALLED SHELLS WITH AXIAL SYMMETRY

Аннотация. В исследовании рассмотрена специфика процесса гидравлического автофретирования изделий, описаны особенности и трудности реализации процесса, которые могут привести к снижению эффективности процедуры автофретирования. Среди основных проблем выделены сложность расчета давления автофретирования, низкая пластичность некоторых материалов, а также их многообрази и др. На основании анализа возникающих проблем, предложены методы их решения.

Abstract. The study examines the specifics of the process of hydraulic autofretting products, describes the features and difficulties of the process, which can lead to a decrease in the effectiveness of the autofretting procedure. The main problems include the complexity of calculating the autofret-

ing pressure, the low plasticity of some materials, as well as their diversity, etc. Based on the analysis of emerging problems, methods of their solution are proposed.

Ключевые слова: гидравлическое автофретирование, толстостенная оболочка, напряжения, деформации

Key words: hydraulic autofrettage, thick-walled shell, stress, strain

Введение

Гидравлическое автофретирование – это процесс деформационного упрочнения, при котором сосуд подвергается воздействию давления, в результате чего на внутренней полости сосуда образуются необратимые деформации. Это в свою очередь приводит к появлению внутренних сжимающих остаточных напряжений после снятия давления [1,2]. Основной задачей процесса автофретирования является улучшение механических свойств и повышение несущей способности изделия. Благодаря данной процедуре увеличивается срок службы изделия. Кроме того, созданное поле остаточных напряжений позволяет повысить устойчивость к коррозионному растрескиванию, которое может возникать даже при отсутствии механического воздействия. Одной из проблем сегодня является расчет напряжений и деформаций, возникающих в сосудах, трубах, которые подвержены процессу автофретирования. Актуальность исследования обусловлена тем, что сегодня оболочки, подвергаемые автофретированию, широко встречаются в металлургии, в качестве сосудов высокого давления, топливных систем двигателей и т.д. Цель исследования заключалась в том, чтобы оценить основные трудности, которые возникают при реализации процедуры гидравлического автофретирования изделий, а также предложить методы их решения.

Основная часть

Рассмотрим некоторые из трудностей, которые возникают при реализации процесса гидравлического автофретирования: расчет давления автофретирования, многообразие материалов и геометрических форм изделий, неоднородность и низкая пластичность материалов, температурная неравномерность и низкая коррозионная стойкость. Прежде всего, трудность разработки процесса автофретирования связана с выбором требуемого давления автофретирования. Его оценка представляется сложной задачей.

Широкое многообразие изделий различной геометрической формы и многообразие материалов ставит необходимостью для каждого такого изделия подбирать свое давление автофретирования. Механические характеристики материалов различны и, соответственно, напряженно-деформированное состояние одного и того же изделия, но выполненного из разных материалов, будет различным. Это приводит к необходимости точно определять диапазон давлений, в пределах которого процедура автофретирования реализуема, поскольку слишком низкое давление может не обеспечить переход изделия в стадию пластического деформирования, а слишком высокое давление может привести к разрушению детали.

Асимметрия изделий и геометрические неточности могут стать причиной возникновения локальных напряжений и, как следствие, привести к снижению эффективности автофретирования. Низкая пластичность некоторых материалов, в особенности хрупких, может привести к разрушению изделия в процессе деформирования. Хрупкие материалы не обладают способностью пластически деформировать при значительных деформациях. Наличие коррозии может существенно ослабить стенки изделия и ее способность выдерживать давление автофретирования.

Следующими проблемами являются неоднородность материала и температурная неравномерность в теле изделия, подвергаемого процессу автофретирования, которые могут приводить к искажению формы изделия, что в свою очередь влечет за собой появления неравномерного напряженно-деформированного состояния.

Описанные трудности представлены в виде схемы на рисунке 1. Безусловно, они могут быть взаимосвязаны, и в реальных условиях могут встречаться как единично, так и в совокупности с другими проблемами.



Рисунок 1 – Некоторые трудности при реализации процесса гидравлического автофреттирования

Для решения указанных проблем можно выделить следующие методы, в частности, применение автоматизированных систем контроля давления и температуры, покрытий для защиты от коррозии, применение высококачественных материалов и предварительная механическая обработка изделий для исключения геометрических неточностей. Кроме того, наиболее важной для решения проблемы выбора давления автофреттирования является разработка методов расчета объективной картины напряженно-деформированного состояния некоторых оболочек, работающих под давлением, с применением методик, предложенных авторами в работах [1-6].

Заключение

В рамках данного исследования рассмотрены специфика процесса гидравлического автофреттирования и трудности, возникающие при реализации данного процесса. Предложенные методы решения описанных проблем при реализации процесса автофреттирования позволят на практике повысить точность расчета параметров автофреттирования, а также увеличить эффективность данного процесса. Кроме того, следует отметить, что для оптимизации процесса автофреттирования требуется комплексный подход в решении основных трудностей, которые касаются не только процесса реализации процедуры, но и расчета объективного напряженно-деформированного состояния изделий.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №25-79-10135, <https://rscf.ru/project/25-79-10135/>, «Разработка моделей гидравлического автофреттирования осесимметричных оболочек с учетом деформационной анизотропии и вторичных пластических деформаций».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Феоктистов, С. И. Моделирование гидравлического автофреттирования толстостенных цилиндрических оболочек с учетом упругопластической анизотропии, вызванной эффектом Баушингера / С. И. Феоктистов, И. К. Андрианов, Л. Тхет // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2025. – № 2. – С. 149-178. – DOI 10.31857/S1026351925020094. – EDN ANMFKA.
2. Feoktistov, S. I. Modeling of Hydraulic Autofrettage of Thick-Walled Cylindrical Shells Taking into Account Elastoplastic Anisotropy Caused by the Bauschinger Effect / S. I. Feoktistov, I. K. Andrianov, H. Lin // Mechanics of Solids. – 2025. – Vol. 60, No. 2. – P. 891-911. – DOI 10.1134/S0025654424603367. – EDN XNRNHI.
3. Андрианов, И. К. Обратная задача упругопластического деформирования свободной толстостенной цилиндрической оболочки с учетом нелинейного закона упрочнения / И. К. Ан-

- дриянов, С. И. Феоктистов // Проблемы прочности и пластичности. – 2024. – Т. 86, № 3. – С. 259-269. – DOI 10.32326/1814-9146-2024-86-3-259-269. – EDN SYNXOC.
4. Андриянов, И. К. Анализ нагружения толстостенных оболочек в пространстве Ильюшина при автофреттировании / И. К. Андриянов, С. И. Феоктистов // Прикладная математика и механика. – 2025. – Т. 89, № 2. – С. 295-309. – DOI 10.31857/S0032823525020087. – EDN ILOXIX.
5. Feoktistov, S. I. Analytical description of the Bauschinger effect using experimental data and the generalized Masing principle / S. I. Feoktistov, I. K. Andrianov // Materials Physics and Mechanics. – 2024. – Vol. 52, No. 1. – P. 49-59. – DOI 10.18149/MPM.5212024_5. – EDN CDZUSY.
6. Andrianov, I. K. Bearing capacity of spherical thick-walled shell taking into account compressibility and nonlinear plasticity / I. K. Andrianov, S. I. Feoktistov // Materials Physics and Mechanics. – 2022. – Vol. 50, No. 3. – P. 410-419. – DOI 10.18149/MPM.5032022_5. – EDN LEWGQK.

СЕКЦИЯ

ГОРОДСКИЕ ИННОВАЦИИ, ИДЕИ И РЕШЕНИЯ

УДК 332.363

Аникин Михаил Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Anikin Mikhail Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amur State University

Чудинова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chudinova Natalia Gennadievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amur State University

РЕАЛИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ IMPLEMENTATION OF TERRITORIAL PLANNING DOCUMENTS

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены особенности реализации документов территориального планирования, на примере утвержденного генерального плана сельского поселения «Село Хурба» Комсомольского муниципального района Хабаровского края. Целью исследования является изучение конкретных мероприятий, проведение которых необходимо для реализации документов территориального планирования.

Abstract. This article examines the specifics of the implementation of territorial planning documents, using the example of the approved general plan of the rural settlement "Selo Khurba" of the Komsomolsk municipal District of the Khabarovsk Territory. The purpose of the study is to study specific measures that are necessary for the implementation of territorial planning documents.

Ключевые слова: территориальное планирование, документы территориального планирования, генеральные планы поселений, документация по планировке территории

Key words: territorial planning, territorial planning documents, general settlement plans, documentation on territory planning

Введение

В Градостроительном кодексе РФ раскрывается понятие «Территориальное планирование». Собственно, это процесс планирования развития территорий, для установления функциональных зон, определения планируемого размещения объектов федерального, регионального и местного значения.

Главной задачей территориального планирования является создание условий для устойчивого развития территорий и инфраструктуры с учетом интересов всех заинтересованных сторон. Поэтому для решения вопросов в рамках планирования территорий, необходим глубокий анализ социальных, экономических, экологических и других факторов, влияющих на развитие территорий и тщательная подготовка соответствующих документов.

Целью исследования данной статьи является изучение конкретных мероприятий, проведение которых необходимо для подготовки и реализации документов по планированию развития территорий. Объектом исследования выбран генеральный план сельского поселения «Село Хурба» Комсомольского муниципального района Хабаровского края, как один из видов документов территориального планирования.

Основная часть

Состав Генерального плана сельского поселения «Село Хурба» Комсомольского муниципального района Хабаровского края утвержден решением Собрания депутатов Комсомольского муниципального района от 12.10.2022 №332. Он включает следующие документы (рисунок 1):

Предлагается поэтапная реализация генерального плана.

- первый этап (Первая очередь) – до конца 2026 года;

- второй этап (Расчетный срок) – с 2028 года до конца 2041 года.

Положением о территориальном планировании предусмотрено размещение на территории сельского поселения «Село Хурба» объектов местного значения в сфере социальной инфраструктуры, инженерной и транспортной инфраструктур, а так же иных объектов. Проведем анализ небольшого участка карты функциональных зон генерального плана сельского поселения «Село Хурба» (рисунок 2).

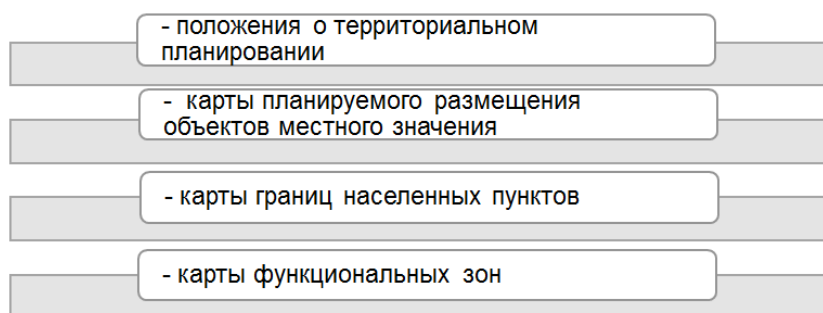


Рисунок 1 – Состав документов генерального плана сельского поселения «Село Хурба»



Рисунок 2 – Фрагмент карты функциональных зон поселения

На данном фрагменте представлен планируемый квартал индивидуальной жилой застройки, определенный функциональной зоной застройки индивидуальными жилыми домами (данная функциональная зона обозначена желтым цветом), а также планируемые к размещению внутрипоселковые автомобильные дороги.

По факту, в настоящее время, на рассматриваемой территории располагается пустырь. Однако, имеется несколько сформированных, но не используемых земельных участков, которые были определены для строительства индивидуальных жилых домов. Главная причина не освоения данных участков – отсутствие транспортной доступности.

Отметим, что размещение на рассматриваемой территории планируемых автомобильных дорог, согласовано с существующим землепользованием и расположением сформированных земельных участков, сведения о которых содержатся в ЕГРН. Тем самым обеспечиваются транспортной инфраструктурой не только перспективные для застройки территории, но и земельные участки которые уже сформированы.

В соответствии со статьей 26 Градостроительного кодекса РФ реализация документов территориального планирования осуществляется путем (рисунок 3):

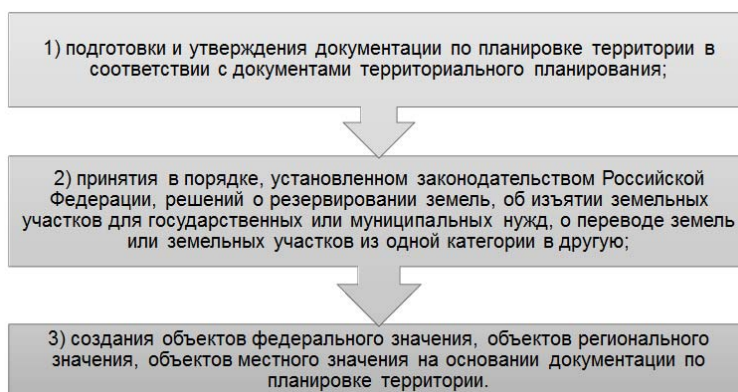


Рисунок 3 – Алгоритм реализация документов территориального планирования

Очевидно, что проектных мероприятий, предусмотренных документом территориального планирования, недостаточно для развития территории, в отношении которых утвержден документ территориального планирования.

Так, несмотря на то, что генеральный план сельского поселения «Село Хурба» был утвержден в октябре 2022 года, документация по планировке территории в соответствии с генеральным планом до сих пор не разрабатывалась, решения органом местного самоуправления о подготовке такой документации не принимались.

Отсутствие утвержденной документации по планировке территории:

- делает невозможным резервирование земель в целях размещения планируемых генеральным планом объектов местного значения;
- приводит к неэффективному использованию земель;
- создает препятствия к созданию, запланированных генеральным планом, объектов местного значения, особенно к созданию линейных объектов, строительство, которых осуществляется только на основании утвержденной документации по планировке территории.

Так же стоит отметить, что генеральный план поселения визуализирует будущие объекты с помощью условных обозначений. Это могут быть точки или линии (для линейных объектов) и которые схематично показывают, где эти объекты могут быть расположены.

Например, предусмотренные генеральным планом сельского поселения «Село Хурба», планируемые объекты такие как «Физкультурно-оздоровительный комплекс» или «Дом культуры», которые площадью застройки могут достигать 2-3 тыс. м², должны иметь прилегающую территорию со всей инфраструктурой, необходимой для эксплуатации данных объектов. Как следствие, они должны располагаться на земельных участках площадью 15-20 тыс. м² и более, иметь свое условное обозначение в виде «точки» на карте, как и планируемые пожарные водоемы, для размещения которых будет достаточно земельного участка в 1000 м² исходя из объема и количества емкостей пожарных резервуаров.

Таким образом, подготовка документов территориального планирования является необходимым, но недостаточным условием для эффективного землепользования. Итогом должна стать разработка документации по планировке территории, основанная на утвержденных документах территориального планирования.

Заключение

Документы территориального планирования определяют, как будут использоваться различные территории. При этом важен анализ и учет социальных, экономических, экологических и других аспектов, касающихся рассматриваемой территории.

Кроме того, территориальное планирование должно объединять градостроительную и кадастровую деятельность в рамках единой комплексной системы. Это необходимо для решения вопросов, как эффективного развития территорий, так и определения функциональных зон и оптимального размещения инфраструктурных объектов.

Без проведения работ по подготовке документации по планировке территории в соответствии с документами территориального планирования, проведения комплексных кадастровых работ, на основании утвержденной документации по планировке территории, невозможно достичь эффективного и рационального использования территорий поселений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Земельный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (ред. от 31.07.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 17.09.2025).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 31.07.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 17.09.2025).

3. О землеустройстве : Федеральный закон от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ (ред. от 30.12.2021). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32132/ (дата обращения: 17.09.2025).
4. О государственной регистрации недвижимости : Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ (последняя редакция). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/ (дата обращения: 17.09.2025).
5. "СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*" (утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1034/пр) (ред. от 31.05.2022). Доступ из справочно-правовой системы «ГАРАНТ». – URL: <https://base.garant.ru/25508900/> (дата обращения: 17.09.2025).

УДК 528.44

Аникин Михаил Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Anikin Mikhail Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Чудинова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chudinova Natalia Gennadievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО СТАТУСА МЕЖСЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ КОМСОМОЛЬСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ PROBLEMS OF THE LEGAL STATUS OF THE INTER-SETTLEMENT TERRITORY OF THE KOMSOMOLSK MUNICIPAL DISTRICT OF THE Khabarovsk Territory

Аннотация. Целью исследования данной статьи является изучение проблем правового статуса территорий муниципального района, находящихся вне границ поселений (межселенных территорий), причин их возникновения и путей решения выявленных проблем. В качестве примера объектом исследования выбрана территория Комсомольского муниципального района Хабаровского края.

Abstract. The purpose of this article is to study the problems of the legal status of the territories of the municipal district located outside the boundaries of settlements (inter-settlement territories), the reasons for their occurrence and ways to solve the identified problems. As an example, the object of the study is the territory of the Komsomolsky municipal district of the Khabarovsk Territory.

Ключевые слова: межселенная территория, муниципальный район, сельское поселение, территория с низкой плотностью населения

Key words: interuniverse territory, municipal district, rural settlement, territory with low population density

Введение

В Федеральном законе от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» раскрыто понятие межселенной территории, которое трактуется как «территория муниципального района, находящаяся вне границ поселений». Однако закрепленный законодательством статус этих территорий до сих пор не исключает возникновения юридических коллизий в вопросах правового статуса межселенных территорий.

Если исследовать территорию Хабаровского края в части наличия межселенных территорий, то становится очевидным, что проблемы правового характера, относительно территорий за границами поселений, существуют во многих муниципальных районах. В этой связи рассматриваемая тема является актуальной, а выявленные несоответствия и проблемы требуют решения.

Целью исследования данной статьи является изучение проблем правового статуса межселенных территорий, причины их возникновения и пути решения выявленных проблем. В качестве примера объектом исследования выбрана территория Комсомольского муниципального района Хабаровского края.

Основная часть

Объектом данного исследования является территория Комсомольского муниципального района Хабаровского края (рисунок 1).

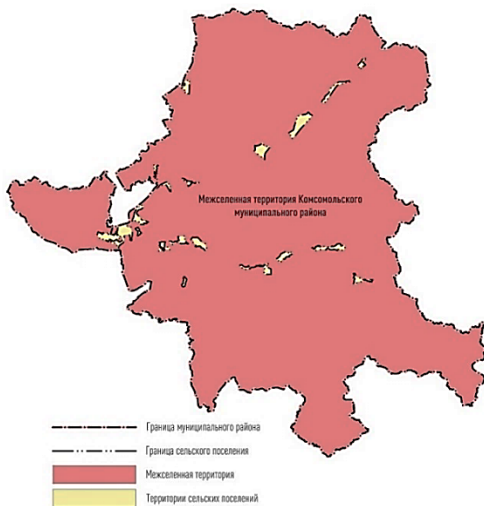


Рисунок 1 – Межселенная территория Комсомольского муниципального района Хабаровского края

Эта территория объединяет в себе территории 21 сельского поселения и огромную по площади территорию, находящуюся вне границ данных поселений, а именно межселенную территорию Комсомольского муниципального района.

На основании Закона Хабаровского края от 28.07.2004 г. № 208 «О наделении поселковых, сельских муниципальных образований статусом городского, сельского поселения и об установлении их границ» сведения о границах сельских поселений внесены в ЕГРН, что в свою очередь подтверждает факт наличия на территории Комсомольского муниципального района межселенной территории.

На первый взгляд все предельно просто и доступно для понимания, но есть нюанс. И таким нюансом является Закон Хабаровского края от 26.12.2012 г. № 257 «О перечне муниципальных районов Хабаровского края, в состав которых входят межселенные территории, и перечне населенных пунктов, расположенных на межселенных территориях, входящих в состав муниципальных районов Хабаровского края».

Так данным Законом Хабаровского края установлен перечень муниципальных районов Хабаровского края, в состав которых входят межселенные территории и к большому удивлению Комсомольский муниципальный район, наличие межселенной территории которого является фактом, в данный перечень не включен.

Так же в данный перечень не вошли Хабаровский, Вяземский, Бикинский муниципальные районы и район имени Лазо, на территории которых, как и в ситуации с Комсомольским районом, имеется межселенная территория.

Причина отсутствия Комсомольского муниципального района (и ещё четырех муниципальных районов края) в Перечне муниципальных районов Хабаровского края, в состав которых входят межселенные территории, заключается в определении Конституционного суда РФ от 03.04.2007 № 171-О-П, согласно которого выделение межселенных территорий допускается только на территориях с низкой плотностью населения. Так распоряжением Правительства РФ от 25.05.2004 г. № 707р утвержден перечень субъектов РФ и отдельных районов субъектов РФ, относящихся к территориям с низкой плотностью населения, в котором Комсомольский муниципальный район отсутствует.

В связи с этим, межселенная территория не может быть выделена, а вся территория муниципального района должна быть разграничена только территориями, расположенных внутри района, сельских поселений. То есть Комсомольский муниципальный район должен быть поделен на 21 часть, по одной на каждое сельское поселение, без каких-либо «просветов», дабы исключить образование межселенной территории.

То есть получается: межселенная территория Комсомольского муниципального района (и ещё четырех муниципальных районов края) существует и одновременно с этим отсутствует.

Наиболее ярко данное противоречие наличия/отсутствия межселенной территории отразилось в вопросе присвоения адресов объектам адресации.

Все дело в том, что в структуре государственного адресного реестра отсутствует межселенная территория Комсомольского муниципального района как элемент планировочной структуры, что делает невозможным присвоить адрес объекту адресации, расположенному на межселенной территории. То есть при присвоении адреса объекту адресации в обязательном порядке должно быть указано наименование какого-либо сельского поселения, иначе данный адрес не может быть внесен в государственный адресный реестр.

Рассмотрим конкретный пример: территории садоводческих товариществ Хурбинского урочища. Местоположение территории Хурбинского урочища в границах Комсомольского района представлено на рисунке 2.

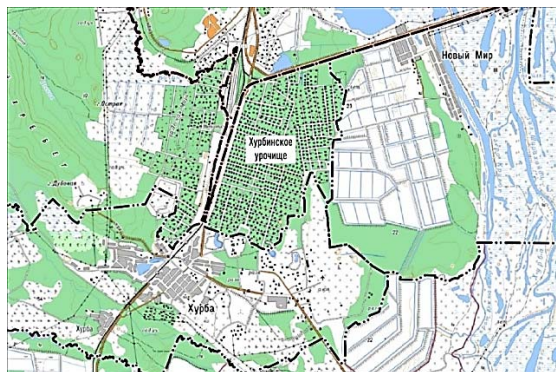


Рисунок 2 – Схема местоположения садоводческих товариществ Хурбинского урочища

Согласно сведениям, содержащимся в ЕГРН, а также согласно документов территориального планирования и градостроительного зонирования Комсомольского муниципального района, садоводческие товарищества Хурбинского урочища: СНТ Восход; СНТ Metallist; СНТ Подъемник; СНТ Транспорт; СНТ Амурские зори и пр. расположены на территории Комсомольского муниципального района между границами сельских поселений «Село Хурба» и «Село Новый Мир», на территории не относящейся к какому либо поселению, а именно на межселенной территории Комсомольского муниципального района.

А теперь заглянем на портал Федеральной информационной адресной системы (ФИАС), в расширенном поиске укажем: субъект РФ – Хабаровский край; Муниципальный район – Комсомольский; далее во вкладке «Сельское/городское поселение» система предлагает нам выбрать из выпадающего списка территории сельских поселений Комсомольского муниципального района (межселенная территория в данном перечне отсутствует). Для примера, укажем сельское поселение «Село Хурба» и далее во вкладке «Элемент планировочной структуры» мы можем увидеть выпадающий список территорий, которые, в соответствии с государственным адресным реестром расположены на территории с.п. «Село Хурба», и в данном списке территорий мы можем увидеть: тер. СНТ Амурские зори; тер. СНТ Metallist; тер. СНТ Энергетик и прочие территории садоводческих-товариществ, которые фактически расположены вне границы сельского поселения «Село Хурба».

Аналогичная ситуация произойдет если в ФИАС мы укажем территорию сельского поселения «Село Новый Мир», во вкладке «Элемент планировочной структуры» мы увидим: тер. СНТ Восход; тер. СНТ Транспорт и пр.

Пример поиска элемента планировочной структуры на портале ФИАС представлен на рисунке 3.

Получается, что объекты и земельные участки, которые фактически расположены на межселенной территории Комсомольского муниципального района в государственном адресном реестре «привязаны» к близлежащим сельским поселениям, а при присвоении адреса, таким объектам, в структуре адреса в обязательном порядке должно быть указано какое-либо сельское поселение, несмотря на то, что данные объекты территориально не имеют никакого отношения к сельским поселениям.

Рисунок 3 – Федеральная информационная адресная система

И подобных противоречий из-за наличия/отсутствия межселенной территории довольно много.

Наблюдается несколько путей решения данной проблемы, и каждый из них по-своему тернист.

Путь первый, это изменение границ сельских поселений Комсомольского района, таким образом, чтобы исключить само наличие на территории района межселенной территории. Однако в данном случае потребуется проведение референдума, который содержит множество «подводных камней», внесение изменений в закон Хабаровского края. Так же изменение границ сельских поселений влечет за собой большую нагрузку на местный бюджет, так как потребуется проведение дорогостоящих кадастровых и градостроительных работ.

Второй путь, это внесение изменений в Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ, которые бы сделали возможным выделение межселенных территорий не только на территориях с низкой плотностью населения.

И третий путь представляется наиболее приемлемым – это образование нового муниципального образования Хабаровского края за счет объединения сельских поселений, входящих в состав Комсомольского муниципального района. В этом случае границы сельских поселений, и как следствие межселенная территория будут упразднены. Образуется муниципальный округ, на территории которого будут расположены только населенные пункты.

Заключение

Проблемы правового характера, относительно территорий за границами поселений актуальны не только для Комсомольского, но и для других муниципальных районов Хабаровского края, не вошедших в перечень территорий с низкой плотностью сельского населения.

Существующие противоречия из-за наличия/отсутствия межселенной территории не только создают административные барьеры для исполнения органами местного самоуправления вопросов местного значения, но и создают препятствия в достоверном ведении государственного адресного реестра, в системе налогообложения, в управлении муниципальным имуществом и во многих других вопросах.

Пути решения сложившейся проблемы есть, но решать их необходимо не только силами органов местного самоуправления, необходимо также вовлечение органов исполнительной власти регионального и федерального уровней.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Земельный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (ред. от 31.07.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 15.09.2025).

2. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 31.07.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 15.09.2025).
3. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : Федеральный закон от 06 октября 2003 г. № 131-ФЗ (ред. от 20.03.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 15.09.2025).
4. О наделении поселковых, сельских муниципальных образований статусом городского, сельского поселения и об установлении их границ : Закон Хабаровского края от 28 июля 2004 г. № 208 (ред. от 10.12.2024). Доступ из справочно-правовой системы «ГАРАНТ». – URL: <https://base.garant.ru/25518187/> (дата обращения: 15.09.2025).
5. О перечне муниципальных районов Хабаровского края, в состав которых входят межселенные территории, и перечне населенных пунктов, расположенных на межселенных территориях, входящих в состав муниципальных районов Хабаровского края : Закон Хабаровского края от 26 декабря 2012 г. № 257 (ред. от 10.12.2024). Доступ из справочно-правовой системы «ГАРАНТ». – URL: <https://base.garant.ru/25508900/> (дата обращения: 15.09.2025).
6. Полякова, А. И. Некоторые проблемы правового регулирования муниципально-правового статуса межселенных территорий / А. И. Полякова. – Текст : непосредственный // Право: современные тенденции : материалы II Междунар. науч. конф. (г. Уфа, апрель 2014 г.). – Т. 0. – Уфа : Лето, 2014. – С. 63-65. – URL: <https://moluch.ru/conf/law/archive/114/5399/>.

УДК 711.58

Балашова Виктория Викторовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Balashova Victoria Viktorovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Галкина Елена Георгиевна, доцент, кандидат культурологии, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Galkina Elena Georgievna, Associate Professor, Candidate of Cultural Studies, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИНЦИПЫ ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДОМА МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОХРАНЯЕМОЙ ЗОНОЙ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ PRINCIPLES OF ZONING OF THE TERRITORY OF THE YOUTH HOME IN CONDITIONS OF RESTRICTIONS RELATED TO THE PROTECTED AREA OF THE CULTURAL HERITAGE SITE

Аннотация. Статья посвящена разработке принципов территориального зонирования парка Дома молодежи в г. Комсомольск-на-Амуре в условиях действующих ограничений охранной зоны памятника комсомольцам – объекта культурного наследия. Цель работы – определить оптимальные подходы к функциональному зонированию территории с учетом требований охраны культурного наследия и современных потребностей молодежи. Предметом исследования является территория парка с расположенным в центре памятником и проектируемыми объектами инфраструктуры. В работе рассматриваются принципы размещения детской площадки, амфитеатра, зон тихого отдыха, спортивных площадок и здания с обслуживающими функциями. Результатом исследования стала разработка комплексной схемы зонирования, обеспечивающей сохранение исторической ценности объекта при создании современного пространства для активного отдыха и досуга молодежи.

Abstract. The article is devoted to developing principles of territorial zoning for the Youth House park in Komsomolsk-na-Amure under the constraints of the protected zone around the Komsomol members monument – a cultural heritage site. The purpose of the work is to determine optimal ap-

proaches to functional zoning considering cultural heritage protection requirements and modern youth needs. The research subject is the park territory with the centrally located monument and designed infrastructure facilities. The work examines principles of placing a playground, amphitheater, quiet recreation zones, sports courts, and a service building. The research resulted in developing a comprehensive zoning scheme that ensures preservation of the site's historical value while creating modern space for active recreation and youth leisure activities.

Ключевые слова: территориальное зонирование, объект культурного наследия, охранный зона, функциональное планирование, городское пространство, молодежная инфраструктура, памятник архитектуры

Key words: territorial zoning, cultural heritage site, protected zone, functional planning, urban space, youth infrastructure, architectural monument.

Введение

Проблема сохранения объектов культурного наследия при одновременном развитии городской среды становится все более актуальной в современном градостроительстве. Особую сложность представляет проектирование общественных пространств в охранных зонах памятников, где необходимо соблюсти баланс между требованиями охраны исторического наследия и потребностями современного общества в качественной инфраструктуре.

Территория парка Дома молодежи в городе Комсомольск-на-Амуре является ярким примером подобной градостроительной задачи. В центре парковой зоны расположен памятник комсомольцам – объект культурного наследия, вокруг которого действуют охранные ограничения. При этом территория нуждается в комплексной реконструкции и создании современной инфраструктуры для активного досуга молодежи, включая детские и спортивные площадки, зоны отдыха и обслуживающие объекты.

Степень разработанности данной темы в российской градостроительной практике остается недостаточной. Существующие методические подходы к зонированию территорий в охранных зонах преимущественно ориентированы на исторические центры городов и не учитывают специфику молодежных рекреационных пространств. Зарубежный опыт демонстрирует успешные примеры интеграции современной инфраструктуры в исторические ландшафты, однако адаптация таких решений к российским условиям требует дополнительных исследований.

Целью данной работы является разработка принципов территориального зонирования парка Дома молодежи, обеспечивающих сохранение культурно-исторической ценности памятника при создании функциональной современной инфраструктуры для молодежного досуга и активного отдыха.

Основная часть

Установление охранных зон объектов культурного наследия регламентируется Федеральным законом «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [1]. Согласно статье 34 данного закона, в целях обеспечения сохранности объекта культурного наследия в его исторической среде на сопряженной с ним территории устанавливаются зоны охраны объекта культурного наследия: охранный зона.

Охранный зона представляет собой территорию с особым режимом использования, где действуют строгие ограничения на проведение строительных, земляных и иных работ. Для памятников архитектуры и монументального искусства, к которым относится памятник комсомольцам в Комсомольске-на-Амуре, защитная зона составляет от 100 до 300 метров во всех направлениях от линии внешней стены памятника и устанавливает жесткие ограничения на новое строительство [2].

Проектирование в охранных зонах требует обязательного согласования с органами охраны культурного наследия и соблюдения принципа визуального невмешательства в историческую среду памятника. Это создает особые условия для планирования общественных пространств, где необходимо найти баланс между сохранением исторического контекста и удовлетворением современных потребностей пользователей. (рисунок 1)

Функциональное зонирование территории представляет собой процесс разделения пространства на участки с определенным назначением и режимом использования. В градостроительной практике в результате градостроительного зонирования могут определяться рекреационные зоны (включающие городские парки, скверы, сады) [3].

При зонировании молодежных рекреационных пространств необходимо учитывать специфические потребности целевой аудитории: активные виды досуга, спортивные занятия, групповые мероприятия, зоны для отдыха и общения. Эффективное зонирование должно обеспечивать функциональную совместимость различных видов деятельности при минимизации конфликтных ситуаций между пользователями разных возрастных групп [4].

Основными принципами функционального зонирования рекреационных территорий являются: четкое разграничение активных и пассивных зон отдыха, обеспечение транспортной доступности всех функциональных зон, создание буферных пространств между зонами с различными режимами использования, учет природно-климатических особенностей территории и сохранение визуальных связей между отдельными участками парка.

Анализ территории парка Дома молодежи в Комсомольске-на-Амуре выявляет необходимость применения комплексного подхода к зонированию, учитывающего как ограничения охранной зоны памятника комсомольцам, так и потребности современной молодежной инфраструктуры.

Зона историко-культурного ядра должна включать непосредственное окружение памятника комсомольцам в радиусе 50-100 метров. В данной зоне допускается только благоустройство территории с использованием традиционных материалов и форм ландшафтного дизайна. Здесь возможно размещение информационных стендов, малых архитектурных форм (скамейки, урны), пешеходных дорожек и элементов озеленения, не нарушающих визуальное восприятие памятника (рисунок 2).



Рисунок 1 – Исходный план

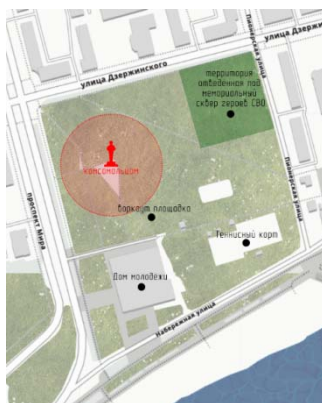


Рисунок 2 – План с указанным радиусом охранной зоны

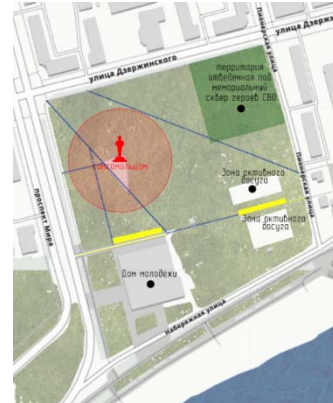


Рисунок 3 – Схема функционального зонирования

Переходная зона располагается в радиусе 100-200 метров от памятника и предназначена для размещения зон тихого отдыха и созерцательного досуга. В этой зоне рекомендуется размещение аллей для прогулок, зон для чтения, небольших площадок для настольных игр и другой малоактивной деятельности молодежи. Архитектурные решения должны быть выдержаны в нейтральной стилистике, не конкурирующей с историческим памятником.

Зона активного досуга размещается на максимальном удалении от памятника, преимущественно по периферии парка. Здесь возможно расположение спортивных площадок (баскетбольной, волейбольной, теннисной), детской игровой зоны и амфитеатра для проведения молодежных мероприятий. При проектировании данной зоны необходимо обеспечить акустическую изоляцию от исторического ядра парка и применить современные материалы и конструктивные решения.

Зона обслуживания должна быть интегрирована в общую планировочную структуру парка с учетом минимизации визуального воздействия на памятник. Здание с кафетерием, душевыми, туалетами и шкафчиками целесообразно размещать в наиболее удаленной от па-

мятника части территории, обеспечив при этом удобный доступ ко всем функциональным зонам парка.

Планировочное решение территории должно основываться на принципе радиально-кольцевой структуры с памятником комсомольцам в качестве композиционного центра. Основные пешеходные маршруты должны обеспечивать связность всех функциональных зон при сохранении торжественности подходов к историческому памятнику (рисунок 3).

Транспортное обслуживание территории следует организовать по периметру парка с устройством парковочных мест на границе с городской улично-дорожной сетью. Внутренняя территория парка должна быть свободна от автомобильного движения, за исключением служебного транспорта и машин экстренных служб.

Система озеленения должна выполнять функции зонирования пространства, создания комфортной микроклиматической среды и формирования визуальных барьеров между зонами различного функционального назначения. При подборе ассортимента растений необходимо учитывать климатические условия региона и требования к содержанию территории в условиях охранной зоны памятника [5].

Освещение территории должно обеспечивать безопасность перемещения пользователей в темное время суток при сохранении целостности восприятия памятника. Рекомендуются применение современных LED-технологий с возможностью регулирования интенсивности освещения в зависимости от времени суток и режима использования отдельных зон парка.

Заключение

В результате проведенного исследования разработаны принципы территориального зонирования парка Дома молодежи в г. Комсомольск-на-Амуре, обеспечивающие сохранение культурно-исторической ценности памятника комсомольцам при создании функциональной современной инфраструктуры для молодежного досуга.

Предложенная система зонирования включает четыре функциональные зоны: историко-культурное ядро с радиусом 50-100 метров от памятника, переходную зону для тихого отдыха (100-200 метров), зону активного досуга на периферии территории и зону обслуживания с минимальным визуальным воздействием на памятник. Данное решение обеспечивает соблюдение требований охранного законодательства при максимальном удовлетворении потребностей молодежи в спортивной и досуговой инфраструктуре.

Разработанные принципы радиально-кольцевой планировочной структуры с памятником в качестве композиционного центра позволяют органично интегрировать современные объекты (детскую площадку, спортивные площадки, амфитеатр, здание с обслуживающими функциями) в историческую среду без нарушения визуального восприятия объекта культурного наследия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 26. – Ст. 2519.
2. Постановление Правительства РФ от 12.09.2015 N 972 «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 38. – Ст. 5298.
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2005. – № 1 (часть 1). – Ст. 16.
4. Крогиус В.Р. Исторические города России как феномен ее культурного наследия / В.Р. Крогиус. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – 312 с.
5. Нефедов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды / В.А. Нефедов. – СПб.: Полиграфист, 2002. – 295 с.

УДК 94(571.62):725.34

Беспалов Антон Артёмович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Bespalov Anton Artemovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Галкина Елена Георгиевна, доцент, кандидат культурологии, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Galkina Elena Georgievna, Associate Professor, Candidate of Cultural Studies, Komsomolsk-na-Amure State University

ИСТОРИОГРАФИЯ РЕЧНОГО ВОКЗАЛА В ГОРОДЕ

КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ

HISTORIOGRAPHY OF THE RIVER STATION IN KOMSOMOLSK-NA-AMURE

Аннотация. Целью данной работы является анализ историографии Речного вокзала в городе Комсомольск-на-Амуре и систематизация научных исследований, посвященных данному объекту архитектурного наследия. Предметом исследования выступают научные труды, архивные материалы и публикации, освещающие историю строительства, эксплуатации и архитектурные особенности речного вокзала. В результате работы выявлены основные этапы изучения данной темы, проанализированы подходы различных исследователей и определены перспективные направления дальнейших исследований.

Abstract. The purpose of this work is to analyze the historiography of the River Station in the city of Komsomolsk-na-Amure and systematize scientific research on this architectural heritage site. The subject of the research is scientific papers, archival materials and publications covering the history of construction, operation and architectural features of the river station. As a result, the main stages of studying this topic have been identified, the approaches of various researchers have been analyzed, and promising areas of further research have been identified.

Ключевые слова: историография, Речной вокзал, Комсомольск-на-Амуре, архитектурное наследие, речное судоходство, советская архитектура, транспортная инфраструктура, Дальний Восток.

Keywords: historiography, River Station, Komsomolsk-na-Amure, architectural heritage, river navigation, Soviet architecture, transport infrastructure, the Far East.

Введение

Речной вокзал города Комсомольска-на-Амуре представляет собой выдающийся памятник советской архитектуры середины XX века и важнейший элемент транспортной инфраструктуры Дальневосточного региона. Построенное в период активного освоения дальневосточных территорий Советского Союза, это сооружение не только выполняло практические функции речного транспортного узла, но и служило символом индустриального развития молодого города.

Актуальность изучения историографии Речного вокзала обусловлена несколькими факторами. Во-первых, возрастающий интерес к сохранению архитектурного наследия советского периода требует систематизации накопленных знаний о памятниках этой эпохи. Во-вторых, Речной вокзал Комсомольска-на-Амуре является уникальным объектом, отражающим специфику градостроительной политики на Дальнем Востоке и особенности развития речного транспорта в регионе. В-третьих, современные процессы реконструкции и модернизации транспортной инфраструктуры делают особенно важным сохранение исторической памяти об этих объектах.

Целью данного исследования является анализ и систематизация научных работ, посвященных истории Речного вокзала Комсомольска-на-Амуре, выявление основных направлений и этапов изучения данной темы, а также определение степени её разработанности в отечественной историографии.

Степень разработанности темы остается недостаточной. Несмотря на то, что история Комсомольска-на-Амуре привлекает внимание исследователей, специальных работ, посвященных именно Речному вокзалу, крайне мало. Отдельные упоминания о данном объекте

встречаются в общих трудах по истории города, архитектуре советского периода и развитию транспорта на Дальнем Востоке. Данная работа призвана восполнить существующий пробел в историографии.

Основная часть

Анализ историографии Речного вокзала Комсомольска-на-Амуре позволяет выделить несколько основных направлений исследований, которые развивались в отечественной науке на протяжении последних десятилетий. Первые упоминания о данном объекте появились в работах, посвященных общей истории города и его архитектурному развитию.

Начальный этап изучения темы можно отнести к 1980-м годам, когда в исследованиях по истории Дальнего Востока стали уделять внимание архитектурному наследию советского периода [1]. В этот период речной вокзал рассматривался преимущественно в контексте общего градостроительного развития Комсомольска-на-Амуре, а специальных исследований, посвященных исключительно этому объекту, не проводилось.

Более системный подход к изучению архитектурных объектов города сформировался в 1990-2000-е годы, что было связано с возрастающим интересом к сохранению культурного наследия. В 1990 г. город Комсомольск-на-Амуре наряду с такими городами Хабаровского края, как Хабаровск, Николаевск-на-Амуре и Охотск, был внесен в Список исторических населенных мест РСФСР, что стимулировало научный интерес к его архитектурным памятникам [2].

Особое место в историографии занимают работы, посвященные архитектурным особенностям Речного вокзала. Строительство велось с 1969 по 1976 год, и здание стало одним из ярких примеров советской архитектуры 1970-х годов (рисунок 1). Исследователи отмечают уникальность архитектурного решения, которое напоминает плывущий теплоход [3].



Рисунок 1 - Здание речного вокзала в Комсомольске-на-Амуре, 1976 г.

Современные исследования подчеркивают значимость речного вокзала как части архитектурного ансамбля набережной. "Новый речной вокзал - удачное продолжение одетой в бетон набережной, удачное дополнение Дома молодежи" – так характеризовала местная пресса объект сразу после его открытия [4]. Это свидетельствует о том, что уже современники понимали градостроительную значимость данного сооружения.

В исследованиях по советской архитектуре речной вокзал Комсомольска-на-Амуре рассматривается как пример функционального подхода к проектированию транспортных объектов, характерного для периода развитого социализма. Архитектурные решения здания отражали стремление советских зодчих к созданию монументальных сооружений, символизирующих достижения социалистического строительства (рисунок 2).

Значительное внимание в историографии уделяется роли речного вокзала в системе транспортного обеспечения региона. Исследователи подчеркивают, что развитие речного транспорта имело стратегическое значение для освоения дальневосточных территорий [5]. Речной вокзал рассматривается не только как архитектурный объект, но и как важнейший элемент транспортной инфраструктуры, обеспечивавший связь города с отдаленными населенными пунктами по реке Амур.

В работах, посвященных истории транспорта на Дальнем Востоке, отмечается, что строительство современного речного вокзала было частью масштабной программы по разви-

тию транспортной инфраструктуры региона в 1960-1970-е годы. Это позволяет рассматривать данный объект в более широком контексте государственной политики по развитию восточных регионов СССР.

Современный этап историографии характеризуется междисциплинарным подходом к изучению архитектурного наследия. Речной вокзал Комсомольска-на-Амуре начинает рассматриваться не только с архитектурной и транспортной точек зрения, но и как объект культурного наследия, требующий сохранения и изучения.

Однако следует отметить, что специальных монографических исследований, посвященных исключительно истории речного вокзала, до сих пор не создано. Большинство работ носят обзорный характер и рассматривают данный объект в контексте более широких тем. Это указывает на необходимость более глубокого и специализированного изучения темы.



Рисунок 2 - Речного вокзала в Комсомольске-на-Амуре, 2017 г.

Перспективными направлениями дальнейших исследований представляются: детальное изучение архивных материалов по проектированию и строительству вокзала, анализ его роли в городской транспортной системе, исследование социокультурного значения объекта для жителей города, а также изучение современных проблем сохранения и использования данного памятника архитектуры.

Заключение

Проведенный анализ историографии Речного вокзала города Комсомольска-на-Амуре позволил достичь поставленных в исследовании целей и получить следующие результаты.

В результате систематизации научных работ, посвященных истории Речного вокзала, выявлены три основных этапа изучения данной темы. Первый этап (1980-е годы) характеризовался фрагментарными упоминаниями объекта в общих работах по истории Дальнего Востока. Второй этап (1990-2000-е годы) отмечен появлением специализированных исследований архитектурного наследия региона, в которых речной вокзал рассматривался как значимый элемент городской застройки. Третий, современный этап (с 2010-х годов) характеризуется междисциплинарным подходом к изучению объекта как памятника культурного наследия.

Анализ подходов различных исследователей показал, что в историографии доминируют три основных направления: архитектурно-строительное, транспортно-логистическое и культурно-историческое. При этом наибольшее развитие получило архитектурно-строительное направление, рассматривающее речной вокзал как выдающийся пример советской архитектуры 1970-х годов.

Определение степени разработанности темы выявило существенные пробелы в историографии. Отсутствуют специализированные монографические исследования, посвященные исключительно истории Речного вокзала. Большинство работ носят обзорный характер и затрагивают данный объект лишь в контексте более широких тем.

В качестве перспективных направлений дальнейших исследований определены: углубленное изучение архивных материалов по проектированию и строительству объекта, анализ его социокультурной роли в жизни города, исследование современных проблем сохранения памятника, а также сравнительный анализ с аналогичными объектами других городов СССР.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Козлов Д. М. Транспортная система Дальнего Востока в XX веке : историко-экономический анализ / Д. М. Козлов. – Хабаровск : ДВАГС, 2005. – 294 с.
2. Комсомольск-на-Амуре: архитектурный облик города / под ред. Н. В. Сидоровой. – Хабаровск : Изд-во ХГИИК, 2010. – 312 с.
3. Петров А. И. Архитектурное наследие советского Дальнего Востока / А. И. Петров. – Москва : Стройиздат, 1985. – 248 с.
4. Смирнов В. Н. Советская архитектура 1960-1980-х гг.: региональные особенности / В. Н. Смирнов. – Владивосток : Изд-во ДВГУ, 1998. – 186 с.
5. Иванова Л. П. Историческая застройка городов Хабаровского края / Л. П. Иванова // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 1992. – № 3. – С. 45-52.

УДК 624.9

Бобкова Олеся Александровна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Bobkova Olesya Aleksandrovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeny Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

СОВРЕМЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ТИПОВЫХ ЗДАНИЙ С ВНЕДРЕНИЕМ АРХИТЕКТУРЫ

MODERN CONSTRUCTION OF STANDARD BUILDINGS WITH THE INTRODUCTION OF ARCHITECTURE

Аннотация. В исследовании анализируются современные тенденции в проектировании массового жилья эконом-класса в России и за рубежом. Выявлена преемственность российских подходов к советским нормативам, ориентированным на минимизацию затрат и площади. В отличие от зарубежного опыта, где акцент смещен на индивидуализацию, комфорт и адаптивность, отечественная практика сохраняет жесткую стандартизацию. Проведенный сравнительный анализ позволил выделить ключевые различия в градостроительных стратегиях, планировочных решениях и качестве жилой среды. Сделан вывод о необходимости адаптации международного опыта для повышения комфортности и устойчивости российского массового жилья, что находит отражение в новых типовых решениях.

Abstract. The study analyzes modern trends in the design of mass-market economy-class housing in Russia and abroad. It identifies the continuity of Russian approaches to Soviet standards, which were aimed at minimizing costs and space. Unlike foreign experience, where the focus is on individualization, comfort, and adaptability, domestic practice maintains strict standardization. The comparative analysis conducted made it possible to highlight key differences in urban planning strategies, layout solutions, and the quality of the living environment. The conclusion is drawn about the need to adapt international experience to improve the comfort and sustainability of Russian mass housing, which is reflected in new standard solutions.

Ключевые слова: функционально-планировочные решения, типовые планировки, тенденции, инновации, перспективы, проектирование, массовая застройка, жилое помещение.

Key words: functional planning solutions, standard layouts, trends, innovations, prospects, design, mass development, residential premises.

Введение

Статья представляет собой комплексный анализ современных проектных подходов в архитектуре и градостроительстве, рассматривая как российский, так и международный опыт. Главная цель исследования – определить наиболее перспективные стратегии, направленные на повышение уровня доступности и комфорта многоквартирного жилья для разных социальных групп.

В фокусе внимания находится комплекс факторов, формирующих качественную жилую среду. Среди них – территориальное расположение, пространственная организация комплексов, интеграция ландшафта и принципы планировки. Сравнительный анализ позволил выделить ключевые параметры, положительно влияющие на городской контекст: размещение в центральных или периферийных районах с развитым транспортом, обилие озеленения, близость к рекреационным зонам и социальной инфраструктуре, а также благоустроенные общественные пространства, торговые центры, пешеходные маршруты и продуманная организация парковки.

Массовое жилищное строительство в мире демонстрирует общие черты: преобладание многоэтажных домов, создание крупных жилых кластеров в пригородах, использование типовых проектов и унифицированной архитектуры. В структуру таких районов обычно входят объекты инженерной и транспортной инфраструктуры, торговые и досуговые учреждения, спортивные и детские площадки. Архитектурный облик часто формируется по секционному принципу с балконами и лоджиями.

Российский жилищный фонд имеет специфику: малые площади квартир, ограниченное число комнат, преобладание двух- и трехкомнатных планировок, а также ориентация комнат в одну-две стороны, что сужает возможности для инсоляции и естественной вентиляции. Систематизация международных и отечественных решений выявляет устойчивые тенденции, важные для разработки актуальных архитектурных моделей в сфере массового жилья.

Основная часть

Сравнительный анализ методов проектирования доступного жилья показывает значительные различия между российскими и зарубежными подходами, особенно в вопросах индивидуализации. Российский сектор в основном базируется на унифицированных проектах и стандартных технологиях, тогда как зарубежная практика ориентирована на индивидуальные решения.

Исследования К.В. Кияненко показывают, что до 1970-х годов архитектурная практика СССР и западных стран была схожей: массовая застройка многоэтажными жилыми комплексами с целью размещения максимального числа квартир. Однако к середине 1970-х годов зарубежное градостроительство переориентировалось на индивидуализированный подход, включая возведение малоэтажных и среднеэтажных комплексов, учитывающих климатические условия, локальные культурные традиции и внедряющих экологичные технологии.

Современные зарубежные проекты отличаются уникальностью архитектурных решений, вариативностью планировок и интеграцией региональных традиций. Примеры – словенский дом «Сеновал» и американский «Мерримак Билдинг». Модульное строительство также демонстрирует высокую эстетику, как в проектах «Велно Аурерин Апартаментс», «Мюррей Грув» (рисунки 1) и «Баронс Плейс».

Мировая практика развивается в сторону создания многофункциональных пространств, объединяющих жилые, общественные и коммерческие зоны, с возможностью адаптации под меняющиеся запросы жильцов. Это иллюстрируют проекты «Де Роттердам» в Нидерландах и «Карабанчель» в Испании.

Индивидуальный подход за рубежом направлен на оптимизацию параметров при снижении затрат. Чилийский проект «Куинта Монрой» предлагал квартиры 70 м² по цене 7,5 тыс. долл., а словенский проект – студии 30 м² по 500 евро за м², демонстрируя рациональное использование пространства без потери функциональности.

Международный опыт доказывает результативность нестандартных решений для преодоления ограничений типового строительства. Модернизация технической базы возможна без увеличения стоимости, что подтверждает проект «Карабанчель», создающий качественную и доступную среду в рамках социальных программ.

Международная практика проектирования доступного жилья успешно интегрирует качественную архитектуру с экономической эффективностью. Проекты вроде лондонской «Коин Стрит» (рисунки 2) и парижского «Этин-Доле» демонстрируют, как выразительная архитектура сочетается с рациональной планировкой при снижении себестоимости.



Рисунок 1 – «Мюррей Гров», Лондон, Великобритания, арх. «Картрайт и Пикард»

В России наблюдается противоположная тенденция: массовое жильё упрощается до уровня социальных объектов, как в проектах «Максима» в Нижнем Новгороде или «Гулливер» в Москве. Это приводит к снижению архитектурной выразительности и ухудшению качества среды.

Ориентация на минимизацию затрат влечёт использование низкосортных материалов, упрощение инженерных систем и отказ от современных решений. Результат – ускоренный износ зданий, снижение долговечности и модель застройки, ориентированная на краткосрочную выгоду, что препятствует устойчивому развитию городской среды.

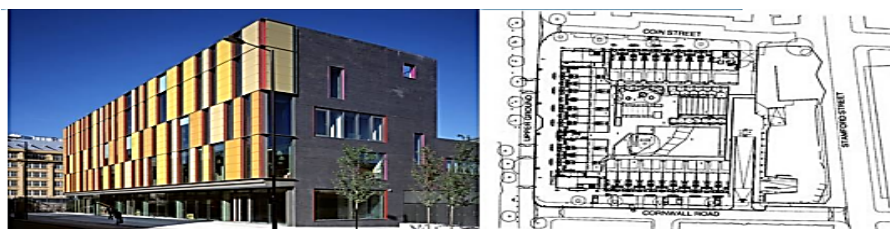


Рисунок 2 – «Коин Стрит» Лондон, Великобритания, арх. «Архитекторы Хаворт Томпкинс»

Современное жилищное строительство в России сохраняет приверженность высотной застройке, что расходится с мировыми тенденциями к малоэтажному и среднеэтажному строительству. Примеры – жилые комплексы «Маршал» и «Триумф-Палас» в Москве, кварталы «Гринвуд» и «Весна» в Тольятти.

Международные исследования подтверждают преимущества среднеэтажной застройки: благоприятное влияние на психологическое здоровье, оптимальное естественное освещение, долгий срок службы и быстрые темпы строительства. Пример – римский комплекс «Интервенто ди Эдилиция» (рисунок 3), реализующий принципы экологичности и ориентации на потребности жильцов.

Такая застройка создает комфортные условия, снижает нагрузку на инфраструктуру и гармонизирует визуальный облик городов. Изучение международного опыта и применение передовых разработок открывает возможности для модернизации российского жилищного строительства и создания устойчивой городской среды долговременного качества.



Рисунок 3 - Интервенто ди Эдилиция, Рим, Италия, арх. И. Гатти

Международный опыт проектирования жилья ориентирован на учет разнообразных пользовательских потребностей, что отражается в широком спектре планировочных решений и пространственных типологий. Эта стратегия позволяет адаптировать архитектуру к различным стилям жизни и моделям повседневной активности. Примеры – мадридский комплекс «Мирадор» и лондонский «Здания Хроноса» (рисунок 4), где каждая квартира представляет уникальную функционально-архитектурную структуру.

В отличие от этого, российское массовое жилищное строительство базируется на стандартизованных планировочных схемах, регламентированных нормативами. Уникальность решений часто ограничивается внешним оформлением при сохранении типовых внутренних пространств. Индивидуализация проявляется в основном в декоративном оформлении фасадов и вариативном размещении балконных групп.

Эта тенденция прослеживается в многочисленных региональных проектах: жилые комплексы «Весна» и «Матрешка» в Тольятти, самарский «Семейный», петербургский «Граффити», московский «Летний сад». Несмотря на выразительное фасадное оформление, функциональные возможности их внутренней планировки значительно уступают зарубежным аналогам.

В международной практике широко применяется стратегия внутренней планировочной дифференциации с созданием специализированных зон: для хранения, хозяйственных нужд, приема гостей, семейного досуга, а также трансформируемых пространств. Такая гибкость не только повышает функциональный комфорт, но и обеспечивает долгосрочную актуальность и конкурентоспособность жилой среды.



Рисунок 4 – "Здания Хроноса", Лондон, Великобритания, арх. «Проктор и Мэттьюз»

Международная архитектурная практика стремится сблизить условия проживания в многоквартирных домах с комфортом индивидуального жилья. Этот подход распространяется не только на премиальный, но и на массовый сегмент, где создаются решения, обеспечивающие высокий уровень приватности и бытового комфорта.

Ключевым механизмом становится вертикальное зонирование: организация пространства по уровням позволяет четко разделить общественные и частные функции. Нижний этаж отводится для совместной деятельности, верхний – для личных нужд.

Этот принцип широко применяется в зарубежной практике. В проекте «Здание Дутра-Браун» (рисунок 5) в Сан-Диего вертикальная структура приближает восприятие квартиры к формату частного дома. Аналогичное решение в парижском комплексе «Буливар Нэр Студиос энд Апартаментс» сочетает вертикальную композицию с продуманной планировкой для создания уединенности.

Социальное жилье также активно внедряет вертикальное зонирование. Жилой дом на набережной Пангард дэ Левассор в Париже демонстрирует преимущества двухуровневой планировки. Британский комплекс «Абоуд» от бюро «Проктер и Мэтьюз» включает двухэтажные социальные квартиры, подтверждая эффективность такого подхода в создании комфортной жилой среды.



Рисунок 5 – «Здание Дутра-Браун», Сан-Диего, США, арх. «Общественный архитектор»

Современная архитектура возрождает функциональное зонирование, методологически опираясь на советскую школу типового проектирования. Метод предполагает разделение пространства на общественный и частный сектора, обеспечивая их автономность при сохранении взаимосвязей. Научные разработки ЦНИИЭП заложили теоретическую базу этого подхода, обосновав принципы эргономичной организации жилой среды.

Однако попытки внедрения принципа в массовое жилье на постсоветском пространстве вызвали споры. Критику вызвала неспособность типовых решений обеспечить гибкость и адаптивность планировок под меняющиеся потребности.

В международной практике функциональное зонирование применяется более последовательно. Зарубежные проекты, такие как парижские комплексы «Аппартоменты Кюр Сент-Эмильон» и «Апартаменты Берси-Габриэль», демонстрируют адаптивные пространственные схемы с четким разделением общественных и частных зон. Такая организация усиливает функциональную целостность жилой среды и способствует её долгосрочной устойчивости.

Заключение

Сопоставление отечественной и зарубежной практики массового жилищного строительства выявляет необходимость фундаментального переосмысления существующих подходов к проектированию и реализации жилой среды в России. Современные международные модели, доказавшие свою эффективность в ряде реализованных проектов, демонстрируют способность комплексно решать ключевые задачи устойчивого городского развития, обеспечивая при этом высокий уровень повседневного комфорта для различных категорий населения.

Концептуальные основания, лежащие в основе зарубежных проектных решений, не являются принципиально чуждыми российской архитектурной мысли. Ряд идей, аналогичных применяемым сегодня в международной практике, получил теоретическое обоснование ещё в трудах специалистов ЦНИИЭП и был апробирован в рамках конкурсных и экспериментальных разработок, направленных на обновление массового жилья. Этот факт свидетельствует о наличии устойчивой научно-проектной базы, способной служить платформой для осознанной адаптации инновационных архитектурных моделей и их органичного внедрения в современную профессиональную среду.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анисимов, Л.К. Принципы формирования архитектуры адаптируемого жилища: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектурных наук / Л.К. Анисимов. – Москва, 2009. – 30 с. – EDN VNZUQN.
2. Аракелян, Р.Г. Современные объемно-пространственные принципы формирования жилой среды // Архитектура и строительство России. – 2011. – № 10. – С. 2–17. – ISSN 0235-1221. – EDN OECSMK.
3. Близнакова, М. Советское жилищное строительство в годы эксперимента: 1918-1933 годы // Жилище в России: век XX. Архитектура и социальная история: монографический сборник. – Москва: Три квадрата, 2002. – С. 45–78. – ISBN 5-94607-011-8. – EDN UXRBNW.
4. Бокова, А.А. Новое жилье: глобальные тенденции и российский контекст // Проект Россия. – 2010. – № 1. – С. 68–82. – ISSN 1029-745X. – EDN OQBCPB.
5. Гидион, З. Пространство, время, архитектура: перевод с немецкого / З. Гидион; переводчики: М.В. Леоненко, И.Л. Черня. – Москва : Стройиздат, 1984. – 455 с. – ISBN 5-9533-1061-4. – EDN UBSZAA.

УДК 76.72

Войлошникова Анна Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Voiloshnikova Anna Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Гринкруг Наталья Владимировна, кандидат технических наук, декан, Комсомольский-на-Амуре государственный университет;

Grinkrug Natalia Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Dean, Komsomolsk-na-Amure State University

НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ НА ПРИМЕРЕ ВНЕДРЕНИЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ В СТРУКТУРУ ЗДАНИЯ В КОМСОМОЛЬСКЕ НА АМУРЕ

SCIENCE, INNOVATION AND TECHNOLOGY: FROM IDEAS TO IMPLEMENTATION ON THE EXAMPLE OF INTRODUCING GREENING INTO THE STRUCTURE OF A BUILDING IN KOMSOMOLSK-NA-AMURE

Аннотация. Данная статья посвящена изучению науки, инновации и технологии, связанные с внедрением озеленения в структуру общественного здания и как их можно применить в городе Комсомольске на Амуре. Цель состоит в том, чтобы узнать больше об инновационных технологиях в науке, связанных с внедрением природных компонентов в структуру общественного здания, как такая практика развивается в нашей стране в целом, для чего в основном используется, как её можно реализовать в городе Комсомольске на Амуре.

Abstract. This article is devoted to the study of science, innovation and technology related to the introduction of greening in the structure of public buildings and how they can be applied in the city of Komsomolsk-na-Amure. The goal is to learn more about innovative technologies in science related to the introduction of natural components in the structure of public buildings, how such practice is developing in our country as a whole, what is mainly used for, how it can be implemented in the city of Komsomolsk-na-Amure.

Ключевые слова: внедрение озеленения в структуру здания, зелёная архитектура, инновации, наука, технологии, благоустройство.

Key words: integration of greenery into the building structure, green architecture, innovation, science, technology, landscaping.

Введение

В наши времена наука, и инновации, и технологии развиваются стремительным темпом, в Комсомольске-на-Амуре тоже развивается в этом плане, так в городе проходят различные конференции, где налаживаются связи между учеными, специалистами и представителями различных организаций, идёт поддержка и помощь в реализации инновационных проектов, поддерживаются сотрудничество с другими университетами, вузами и научными организациями. С 2016 года Комсомольск объявили городом президентского внимания, после которых был обновлён театр драмы, некоторые здания и т.п. построена часть набережной, хотя многие запланированные проекты до сих пор не закончены и опоздали по срокам. Поэтому Комсомольску нужны самодостаточные архитектурные объекты, которые либо легко поддерживать, либо сами себя обеспечивающие в достаточной мере.

В данной работе рассматриваются примеры озеленения, которые внедряют в структуру общественных зданий и связанные с этим науку, инновации и технологии. Включение природных компонентов в строение может решить проблемы с экологией воздуха города Комсомольска-на-Амуре, улучшить и реконструировать облик городской среды, увеличить притягивающие внимания места для досуга, отдыха, развлечения или получения знаний об растениях, а также частично решить проблемы, связанные с городскими растительностью и парками из-за отсутствия надлежащего ухода и уменьшение территорий озеленения в городе, что очень актуально для Комсомольска-на-Амуре.

Основная часть

Озеленение, внедрённое в структуру здания, в России

В России встречаются примеры озеленения зданий, к примеру в имперской России знатные люди на своих крышах иногда разбивали сады или со времён Петра 1 начали строить ботанические сады, дендрарии, зимние сады, оранжереи. На данный момент в России современные природные компоненты, включённые в структуру здания можно найти в центральной части России, особенно в Москве (рисунок 1), также можно упомянуть Санкт-Петербург. Основные примеры реализации внедрения озеленения в структуру здания в данных случаях являются озеленение фасадов зданий, в большем числе создание зелёных зон на крышах зданий, например в Москве их более 800 000 кв. м. Также использование вертикальных систем озеленения, к тому же обустройство парков и скверов, посадка деревьев и кустарников вдоль дорог. К тому же появляются примеры вертикального озеленения с появлением новых стандартов и технологий, например, существуют различные технологии вертикального озеленения, включая использование лиан, а также гидропонную или войлочную технологии.



Рисунок 1 – Первые три дома по Старому Арбату; кровли с растительностью на Остоженке (г. Москва)

Целями озеленения в России могут считаться повышение качества воздуха, улучшение звукоизоляции, что важно для построек в особенно шумных местах, таких как крупные шоссе, железная дорога и т.п. Снижение теплопотерь, что важно в климате России с её зимами, создание более комфортной среды для отдыха и прогулок, улучшение архитектурного облика, а также сохранение окружающей среды, что важно для каждого города. Также в России есть свои национальные стандарты, к примеру: ГОСТ Р 71332-2024, определяющий требования к вертикальному озеленению фасадов зданий или СП 42.13330.2016, включающий в площадь озеленения зоны отдыха и детские площадки. В озеленении зданий используют современные системы жизнеобеспечения, такие как автоматизированные системы полива, системы климат-контроля, освещение, системы обеспечения питательных веществ, экологически безопасное управление, системы обеспечения питательных веществ для растений, регулирование влажности, управление CO₂, опыления, защита от вредителей, и всё это может быть оптимизировано компьютеризированными системами управления.

Ситуация внедрённых природных компонентов в структуру зданий в Комсомольска-на-Амуре

В городе Комсомольске-на-Амуре трудно найти современные примеры озеленения, внедрённое в структуру здания, вообще из примеров в общем озеленения, включённого в застройку, можно выделить спецавтохозяйство по улице Кирова, 24/2, где есть свои оранжереи и теплицами, а ближайшие дендрарий и ботанический сад находится в г. Амурске. Сам город имеет множественное обычное городское озеленение, зелёных участков много, но оно не получает должный уход, если территория не является частной, а также наблюдается тенденция уменьшения территории парков, на местах, которые раньше занимали парки, построены различные здания, к примеру торговый центр Восток-молл или здание фастфуд заведения. Можно подытожить, что в городе есть проблемы с озеленением в общем, поэтому стоит предложить проекты, связанные именно с озеленением зданий и общественными местами, которые привлекут внимание, а также помогут с улучшением качества воздуха и обликом города в

плане архитектуры, повысить туристическую привлекательность, способствуют улучшению городской среды, а также создать для региона дополнительные возможности социально-экономического развития. Это может быть использован в дальнейших проектах в сфере архитектуры и улучшение городского озеленения.

Внедрение идей в Комсомольск-на-Амуре, связанные с озеленением в структуре зданий

Комсомольск-на-Амуре предлагается разработать 4 проекта с внедрением озеленения в уже существующие и предлагающие строительство с нуля здания, которые должны быть в рамках скромного бюджета и по возможности окупать себя. Так было выбрано строительство крытого ботанического сада в парке Железнодорожников. Строительство этого объекта может дать рабочие места и обеспечивать сам себя и по возможности находить бюджет с помощью различных устраиваемых мероприятий, продажей комнатных растений и т.п. Вокруг рекреационное пространство парка, в котором будут места для отдыха и деревья с другими растениями, растущие в нашем климате и характерные для Дальнего Востока; рядом в торговом центре Восток-молл обустроить атриум; а также организовать оранжерею в общеобразовательной школе №27, в котором и преподаватели, и ученики будут заботиться о небольшом наборе растений. Стоит разработать рекомендаций и методические подходы, которые могут быть применены органами местного самоуправления и городскими планировщиками для более эффективного использования улучшения городской среды и её развития в городе Комсомольск-на-Амуре.

Заключение

В данной работе мы разобрали внедрённое озеленение в структуру здания в России, какого развитие данного течения и какие правила есть по поводу такого озеленения построек, а также причины его применения в Комсомольске на Амуре и предложить несколько проектов, которые могут сочетать науку, технологии и инновации по озеленению зданий. Озеленение в структуре зданий имеет свои технологии, инновации и науку, которые разобрали в общем, их введение может улучшить ситуацию в городе при правильном подходе и решить некоторые проблемы города.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Румак, Н. Газон на крыше. Как в Москве превращают кровли в сады/ Н. Румак, – URL: <https://www.vedomosti.ru/gorod/ourcity/articles/gazon-na-krishe-kak-v-moskve-prevraschayut-krovli-v-sadi> (дата обращения: 16.06.2025)
2. Мочалов И. В России введён национальный стандарт по вертикальному озеленению / И. Мочалов – URL: <https://ecourbanist.ru/vzi-law/v-rossii-vvedyon-nacionalnyj-standart-po-vertikalnomuozeleneniyu/#:~:text=%D0%99>. (дата обращения: 17.06.2025)
3. Вопросы экологии обсудили на заседании коллегии при главе города – URL: <https://www.kmscity.ru/news/2023/05/10/59720/> (дата обращения: 18.06.2025)
4. Алексей, Е. Под небом голубым есть город Комсомольск/ Е. Алексей – URL: <https://www.eastrussia.ru/material/pod-nebom-golubym-est-gorod-komsomolsk/> (дата обращения: 20.06.2025)
5. Озеленение крыш в России – URL: <https://www.zinco.ru/ozelenenie-krysh-v-rossii/#:~:text=%D0%9F%D1%80%D0%B5>. (дата обращения: 18.06.2025)

УДК 331.45

Гармаев Глеб Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Garmaev Gleb Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ SAFETY WHEN DRIVING A VEHICLE

Аннотация. С одной стороны автотранспорт упрощает нашу жизнь, а с другой становится причиной неприятных происшествий. В статье представлена актуальная проблема травматизма и смертности, которая происходит по причине ДТП на дорогах, приведены статистические данные по причинам происшествий, даны рекомендации по предотвращению или возможному снижению несчастных случаев на дорогах.

Abstract. On the one hand, motor transport simplifies our lives, and on the other hand, it becomes the cause of unpleasant incidents. The article presents the actual problem of injuries and deaths that occur due to road accidents, provides statistical data on the causes of accidents, and gives recommendations for preventing or possibly reducing accidents on the roads.

Ключевые слова: автотранспортное средство, безопасность, статистика, правила, предупреждение, факторы риска

Keywords: vehicle, safety, statistics, rules, warning, risk factors.

Введение

Безопасность жизнедеятельности при управлении транспортным средством является одним из ключевых аспектов современной жизни. В условиях растущей автомобилизации и увеличения количества транспортных средств на дорогах, эта тема приобретает всё большую актуальность [1].

Основная часть

Согласно данным госавтоинспекции на территории Российской Федерации в 2024 году было зафиксировано 132 037 ДТП, в которых погибло 14 403 человека, пострадало 164 754 человека. При распределении случаев дорожного травматизма с летальным исходом по половозрастному признаку, можно сказать, что погибло больше мужчин в возрасте от 35 до 44 лет. С участием несовершеннолетних до 16 лет произошло 18 038 аварий, в них погибло 562 ребенка.

По данным Госавтоинспекции России, за период с января по май 2025 года в России произошло 44,4 тысячи дорожно-транспортных происшествий (ДТП), что на 0,7% больше, чем за аналогичный период прошлого года.

Анализируя случаи ДТП можно сделать вывод, что наибольшее количество приходится на временной интервал с 17 00 до 21.00. Около 83 % аварий приходится на легковой транспорт, 8 % на грузовой, примерно около 5 % на мотоциклы и мопеды.

На столкновения приходится 41 % ДТП, также 41 % - наезд на пешехода, 6 % наезд на препятствия, 6 % -наезд на стоящее транспортное средство, 1 % - опрокидывание, и 5 % - иное.

Если говорить о правонарушениях в сфере безопасности дорожного движения, то за прошлый год в России зарегистрировано 67 450 таких преступлений

С целью снижения такого рода случаев необходимо проанализировать основные причины, которые приводят к ДТП (рисунок 1). Перечислим наиболее часто встречаемые основные факторы риска на дороге [2, 3]:

- технические факторы. К ним можно отнести: неисправность транспортного средства, некачественное техническое обслуживание автотранспорта, нарушения в работе тормозной системы, проблемы с освещением (слабо-светящие фары) и сигнализацией.

- неблагоприятные погодные условия. Сильный дождь или снегопад, туман и ограниченная видимость, гололедица и скользкость покрытия, слепящее яркое солнце и блики.
- психологические факторы. Усталость и сонливость водителя, снижение внимания, эмоциональное состояние водителя, раздражительность, возбужденность и агрессия.
- недостаток опыта вождения, незнание правил безопасного вождения, самонадеянность при вождении.



Рисунок 1 – Причины ДТП

Каждый автолюбитель должен проводить тщательную подготовку к выезду своего автомобиля, которая включает в себя проверку технического состояния автомобиля, осмотра шин, проверку давления воздуха в шинах, глубины протектора, отсутствия видимых повреждений.

Необходим контроль основных систем: тормозной системы, рулевого управления, системы охлаждения, аккумулятора, проверки освещения и световой сигнализации: фар, поворотников, чистота и работоспособность габаритов, корректировки положения зеркал и сиденья, настройки зеркал заднего вида для максимального обзора без слепых зон, регулировки сиденья: оптимального угла наклона спинки, расстояния до руля (руки должны быть согнуты под углом 90°), высоты сиденья (глаза на уровне верхней части лобового стекла).

Обязательным является надевание ремня безопасности, а именно крепление ремня до начала движения в правильном положении: диагональная часть над плечом, поясная часть ниже талии, отсутствие скруток и морщин.

Рекомендуется проверка документов и страховки, наличие всех необходимых документов: водительского удостоверения, СТС, ОСАГО, документа о регистрации транспортного средства.

На рисунке 2 приведена статистика по количеству погибших в ДТП.

Рекомендуется особенно внимательно относиться к опасным ситуациям на дороге.

При возникновении неисправностей с автотранспортным средством должны соблюдаться:

- безопасная остановка в специально отведенном месте;
- правильный выбор места для остановки;
- обеспечение видимости автомобиля;
- включение аварийной сигнализации;
- размещение предупредительных треугольников на расстоянии 50-150 метров от автомобиля с учетом условий видимости в направлении приближающихся транспортных средств.



Рисунок 2 -Количество погибших на 1000 ДТП (2024 г)

В сложных погодных условиях требуется:

- значительное снижение скорости;
- учет сцепления шин с дорогой;
- повышенное внимание в условиях снижения видимости на дороге;
- увеличение времени реакции;
- постоянный прогноз возможных ситуаций;
- готовность к экстренному торможению;
- контроль состояния тормозной систем.

Заключение

Таким образом безопасность при управлении транспортным средством требует постоянного внимания, и соблюдения неукоснительного соблюдения всех правил дорожного движения.

Каждый участник дорожного движения несёт полную ответственность не только за свою жизнь, но и жизнь и здоровье других людей.

Только комплексный подход к безопасности, включающий технические, психологические и организационные аспекты, может обеспечить максимальную защиту от возможных рисков на дороге.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сажин, А.Ю. Основы управления транспортными средствами и безопасность движения: пособие / А.Ю. Сажин, О.В. Москальцов, И.А. Немов. – Минск: БНТУ, 2011. – 125 с.
2. Козловский, В.А. Безопасность жизнедеятельности: пособие / В.А. Козловский, А.В. Козловский, О.Л. Упоров. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 314 с.
3. Волкова, А.А. Безопасность жизнедеятельности в примерах и задачах: пособие / А.А. Волкова, В.Г. Шишкунов, А.О. Хоменко, Г.В. Тягунов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 120 с.

УДК 629.193

Грачев Роман Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Grachev Roman Alexandrovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Чудинова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chudinova Natalia Gennadievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА: ПОЭТАПНАЯ ЗАМЕНА БЕНЗИНОВОГО ТРАНСПОРТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ PUBLIC TRANSPORT MODERNIZATION: PHASED REPLACEMENT OF GASOLINE TRANSPORT WITH ELECTRIC TRANSPORT

Аннотация. В статье рассматривается переход от бензинового общественного транспорта к электрическому, как одно из ключевых направлений устойчивого развития городов. Изучен зарубежный опыт. На основе методологии Cash-Flow проведена оценка затрат, сроков окупаемости и экономической эффективности проекта. Резюмируется рассмотрение возможности перехода к электрическому транспорту в городе Комсомольске-на-Амуре.

Abstract. This article examines the transition from gasoline-powered public transport to electric transport as a key area for sustainable urban development. International experience is examined. Using the Cash-Flow methodology, the project's costs, payback periods, and economic efficiency are assessed. The feasibility of transitioning to electric transport in Komsomolsk-na-Amure is summarized.

Ключевые слова: электротранспорт; общественный транспорт; электробус; модернизация транспорта; Cash-Flow.

Key words: electric transport; public transport; electric bus; transport modernization; Cash-Flow.

Введение

В условиях глобального экологического кризиса, в необходимости снижения углеродного следа, вопросы модернизации общественного транспорта приобретают особую значимость. Традиционный бензиновый транспорт является одним из основных источников загрязнения воздуха в местах жительства, что в свою очередь негативно влияет на здоровье населения и качество городской среды. В связи с этим переход на электрический общественный транспорт становится все более и более актуальной задачей, позволяющей одновременно повысить экологическую устойчивость и энергоэффективность транспортных систем. Проблема модернизации общественного транспорта приобретает особую значимость в условиях ухудшения экологической ситуации и роста затрат на эксплуатацию техники с двигателями внутреннего сгорания.

Целью настоящего исследования является анализ процесса перехода от бензинового общественного транспорта к электрическому с учётом экономических, экологических и социальных факторов. Для достижения этой цели проведена оценка затрат и сроков окупаемости проекта с использованием методологии Cash-Flow, а также выявлены основные преимущества и возможные трудности внедрения электротранспорта в условиях малых городов.

Степень разработанности темы характеризуется наличием значительного числа зарубежных исследований, посвящённых вопросам электрификации общественного транспорта и снижению выбросов парниковых газов. В России же данное направление находится в стадии активного тестирования. Предпринимаются первые шаги по внедрению электробусов в крупных городах, формируются государственные программы поддержки. Однако опыт малых городов, таких как Комсомольск-на-Амуре, изучен недостаточно, что подтверждает необходимость более глубокого анализа.

Основная часть

Для обоснования необходимости перехода с традиционного общественного транспорта на инновационный электрический ниже будут приведены ряд факторов.

Экологические факторы:

- бензиновые двигатели выделяют углекислый газ, оксиды азота и твердые частицы, негативно влияющие на здоровье населения. Электробусы позволяют существенно снизить нагрузку на атмосферу, что особенно важно для городов с высокой плотностью населения.

Экономические факторы:

- стоимость топлива для бензинового транспорта растет, увеличивая эксплуатационные расходы. Электробусы дешевле в обслуживании и эксплуатации, что особенно важно при ограниченном бюджете. Поэтапная замена позволяет распределить расходы во времени и избежать резкой финансовой нагрузки.

Социальные факторы:

- электротранспорт снижает шум, улучшает качество воздуха и воспринимается пассажирами как современное и комфортное средство передвижения. Постепенное внедрение повышает привлекательность общественного транспорта и формирует положительный имидж города.

Таким образом, экологические, экономические и социальные причины формируют комплексное обоснование для постепенного отказа от бензиновых транспортных средств.

Ниже представлены модели поэтапной замены транспорта:

1. Модернизация (ретрофит). Переоборудование старых автобусов в электрические позволяет сократить капитальные затраты и продлить срок службы парка.

2. Постепенное введение новых электробусов – новые транспортные средства вводятся партиями, что обеспечивает плавную адаптацию маршрутной сети, подготовку персонала и развитие инфраструктуры.

3. Смешанная эксплуатация - одновременное использование бензиновых и электрических автобусов на разных маршрутах позволяет учитывать особенности пассажиропотоков и маршрутов.

4. Гибридные решения и микроавтобусы - малые электромобили для низкой пассажирской нагрузки повышают гибкость системы и снижают эксплуатационные расходы.

Комплексное применение этих моделей обеспечивает управляемый и эффективный переход к электрическому транспорту.

Можно выделить технические и инфраструктурные аспекты обоснования решаемой задачи.

Электродвигатели и аккумуляторы. Выбор подходящего электродвигателя и батарейной системы критически важен для учета запаса хода, совместимостей и надежной эксплуатации электрического транспортного средства.

Зарядная инфраструктура. При существенной необходимости, быструю зарядную станцию можно установить за считанные дни, что в свою очередь позволяет быстро наращивать парк электротранспорта без перегрузки энергосети.

Обслуживание и подготовка персонала. Для качественного использования оборудования необходимо заранее подготовить переквалифицированные кадры, а также нужно будет учесть время адаптационного периода персонала к новым технологиям, методам диагностики и безопасности.

Стандартизация и безопасность. Не менее важной в данном проекте выступает сертификация и защита батарей, а также совместимость зарядных систем и соблюдение требований пожарной безопасности.

Данные пункты создадут все необходимые условия для безопасного и эффективного внедрения электротранспорта.

Финансирование проекта. Субсидии, гранты и частные инвестиции делают процесс более управляемым и снижают зависимость муниципалитета от одного источника средств, смотреть (рисунок 1).

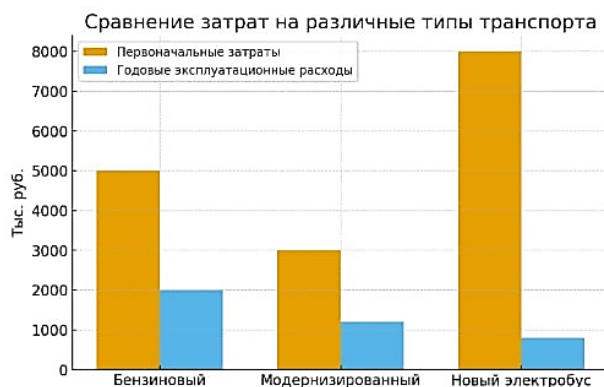


Рисунок 1 – Годовые затраты на топливо общественного транспортного средства

Экологические и социальные эффекты.

Снижение выбросов. Электротранспорт уменьшает концентрацию CO_2 , NO_x и твердых частиц (рисунок 2).

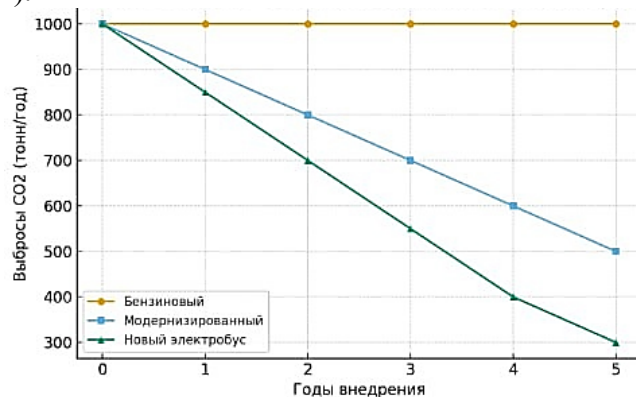


Рисунок 2 – снижение выбросов CO_2 в атмосферу

Немаловажным аспектом можно выделить снижения уровня шума, производимого транспортным средством, так как электробусы работают тише, чем бензиновый общественный транспорт, что в свою очередь заметно улучшает акустическую обстановку в городе.

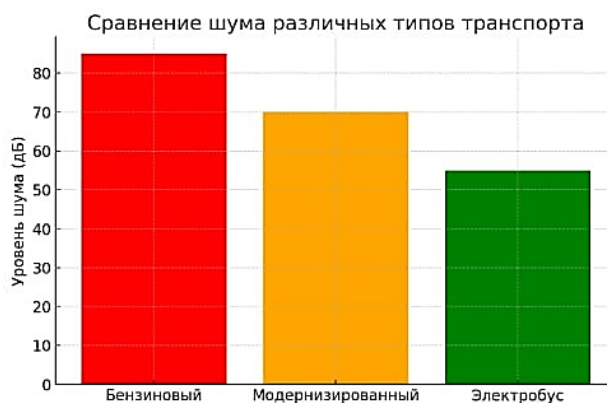


Рисунок 3 – Снижение уровня шума общественного транспортного средства

Экономическая оценка.

Во время подсчета первоначальных затрат проекта, тенденций его окупаемости и необходимых вложений предлагается использование методологии Cash-Flow, что дословно переводится как «денежный поток». В рамках модернизации общественного транспорта этот метод позволяет наглядно отразить, как меняются расходы и доходы предприятия при переходе от бензиновых автобусов к электрическим. В расчет включаются капитальные затраты на переоборудование или закупку техники, экономия на топливе и техническом обслуживании, а также возможные субсидии и льготы от государства. Такой подход дает возможность заранее определить срок окупаемости проекта и оценить его финансовую целесообразность для конкретного города или транспортной компании.

Для большей наглядности результаты расчетов можно представить в виде таблицы, в которой отражены основные статьи доходов и расходов, а также динамика денежных потоков (таблица 1).

Таблица 1 – Таблица Cash-Flow

Cash Flow	0	1	2	3
Приток денежных средств	1 955 425	5 866 275	5 866 275	5 866 275
Отток денежных средств	4 577 100	4 185 077	4 185 077	4 185 077
Чистый денежный приток	-2 621 675	1 681 199	1 681 199	1 681 199
Компенсированный чистый денежный поток	-2 621 675	-940 477	740 722	2 421 921
Чистый дисконтированный денежный приток	-2 621 675	1 378 720	1 378 720	1 378 720
Чистая текущая стоимость	-2 621 675	-1 242 955	135 764	1 514 484

Анализ представленной таблицы показывает, что на начальных этапах проект требует значительных капитальных вложений, однако уже на втором году эксплуатации достигается точка окупаемости. По достижению этого момента экономия на топливе, а также техническом обслуживании начнёт формировать устойчивый положительный доход.

Важным фактором, влияющим на динамику текущих показателей, все также можно выделить возможные государственные субсидии и льготы, а также рост стоимости традиционного топлива. Такие факторы дополнительно усиливают финансовую привлекательность проекта.

Таким образом, расчет по методологии Cash-Flow подтверждает целесообразность постепенной замены бензинового транспорта на электрический, демонстрируя не только экологические, но и экономические преимущества. Полученные результаты служат основой для дальнейшего рассмотрения организационных и технических аспектов данного проекта.

Ниже, в таблице 2, будут перечислены все преимущества и недостатки проекта по модернизации общественного транспорта: поэтапная замена бензинового транспорта на электрический.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки проекта по модернизации общественного транспорта

Преимущества		Недостатки	
Экономические	- снижение эксплуатационных расходов за счет дешёвой электроэнергии по сравнению с бензином/дизелем. - уменьшение затрат на техническое обслуживание (меньше изнашиваемых деталей, отсутствие двигателей внутреннего сгорания). - быстрая окупаемость проекта (примерно 2 года), если не учитывать субсидии и льготы, - возможность привлечения сторонних ресурсов, таких как государственные субсидии, гранты и льготы.	Финансовые	- высокие первоначальные капитальные вложения (закупка или переоборудование подвижного состава), - необходимость обновления инфраструктуры (зарядные станции, электросети), - риск удорожания проекта без государственной поддержки.
Экологические	- существенное сокращение выбросов CO₂ и вредных веществ в атмосферу, - улучшение качества воздуха в городских районах, - вклад в достижение целей устойчивого развития и «зелёной» политики города.	Технические	- зависимость от качества и надежности аккумуляторных батарей. - необходимость утилизации батарей после окончания срока службы.
Социальные	- снижение уровня шума в жилых кварталах, повышение комфорта проживания, - улучшение условий для пассажиров (меньше вибраций и запахов), - повышение имиджа города как современного и экологически ответственного.	Организационные	- требуется переподготовка персонала (водителей, механиков, обслуживающего персонала). - потребность в адаптации графиков движения под время зарядки транспорта. - возможные временные перебои в процессе внедрения и эксплуатации новой техники.
Стратегические	- соответствие мировым тенденциям перехода на экологичный транспорт, - возможность масштабирования парка и постепенной замены без резких затрат, - привлечение инвесторов и поддержка инновационного имиджа муниципального транспорта.		

Таким образом, преимущества перехода на электрический общественный транспорт значительно перевешивают недостатки, особенно в долгосрочной перспективе. Чтобы лучше понять, как такие проекты работают на практике, важно рассмотреть опыт городов, которые уже начали внедрение электротранспорта. Эти примеры показывают, какие результаты удастся достичь, а также какие трудности могут возникнуть в процессе реализации подобного проекта.

Примеры практического внедрения в разных странах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Примеры практического внедрения

Страна, город	Описание
Шэньчжэнь (Китай)	Город полностью перешёл на электробусы, заменив ими весь автобусный парк. Это позволило существенно снизить уровень загрязнения воздуха и шума, а также сократить эксплуатационные расходы.
Осло (Норвегия)	Здесь используется постепенный подход: новые электробусы сначала вводят на отдельных маршрутах, а затем расширяют их применение. Такой метод показал эффективность благодаря поддержке государства и финансовым льготам.
Малые города Германии	В небольших городах новые электробусы внедряются выборочно, в первую очередь на основных маршрутах. Такой подход помогает распределить расходы и проверить работу техники в реальных условиях.
Москва (Россия)	В Москве электробусы стали частью программы по обновлению общественного транспорта. Уже несколько лет они заменяют дизельные автобусы, что положительно отражается на экологии и способствует развитию зарядной инфраструктуры.

Проанализировав всю информацию выше, а именно экономические, экологические и социальные факторы, а также все плюсы и минусы проекта. Можно сделать вывод о высокой целесообразности перехода с бензинового транспорта на электротранспорт. Этот процесс способен не только снизить нагрузку на бюджет и окружающую среду, но и стать важным шагом в направлении устойчивого развития городской транспортной среды.

Для города Комсомольска-на-Амуре подобная модернизация может нести особое значение. В нём можно заметить сочетание сравнительно ограниченного городского бюджета с высокой потребностью в улучшении экологической ситуации и обновлении транспортного парка. Постепенный переход на электротранспорт позволит распределить затраты и при этом получить ощутимые результаты. Кроме того, внедрение электрических автобусов может стать важным элементом стратегического развития города, укрепить его имидж как экологически чистого центра Дальнего Востока.

Заключение

Целью работы являлся анализ процесса перехода от бензинового общественного транспорта к электрическому с учётом его экономических, экологических и социальных последствий. Проведённое исследование показало, что модернизация транспорта позволяет решить сразу несколько задач. С экономической точки зрения переход обеспечивает сокращение эксплуатационных затрат и демонстрирует возможность окупаемости вложений уже на втором году эксплуатации. Экологический эффект выражается в снижении выбросов загрязняющих веществ и улучшении качества городской среды. Социальные преимущества включают в себя снижение уровня шума, повышение комфорта перевозок и рост привлекательности общественного транспорта для населения. В совокупности полученные результаты подтверждают целесообразность постепенного внедрения электрического транспорта в городах, включая малые населённые пункты, что делает его одним из ключевых направлений устойчивого развития транспортной системы.

Подводя итог, можно сказать, что переход на электрический общественный транспорт следует рассматривать как важную стратегическую задачу, которая в свою очередь сочетает в себе ряд экономических преимуществ, несколько улучшений экологической ситуации в городе и значимые социальные элементы. Реализация подобного проекта станет важным шагом на пути к улучшению уровня городской среды, а также повышению качества жизни населения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Рябчик А. П. Проблемы и перспективы использования электромобилей в ххi веке - новые возможности или путь в никуда? // Экономические системы. 2022. №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-elektromobiley-v-xxi-veke-novye-vozmozhnosti-ili-put-v-nikuda> (дата обращения: 30.09.2025)..
- 2.Сысенко Н.Г. Об экологичности электромобилей / Н. Г. Сысенко, А. А.Титков, Н. Д. Рейхерт, Д.С. Федосеев, М.И. Карева, М.В. Сидоров // ИВД. 2022. №1 (85). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ekologichnosti-elektromobiley> (дата обращения: 30.09.2025).
- 3.Смирнов С. В. Построение автомобилей с электродвигателем за рубежом: от начала и до наших дней // The Scientific Heritage. 2021. №80-1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-avtomobiley-s-elektrodvigatelem-za-rubezhom-ot-nachala-i-do-nashih-dney> (дата обращения: 30.09.2025).
- 4.Электромобили в Европе (и мире): цифры в шести инфографиках. – URL: <https://euro-pulse.ru/eurotrend/elektromobili-v-evrope-i-mire-tsifryi-v-shesti-infografikah/> (дата обращения: 30.09.2025).
- 5.Сердюкова, А. Ф. Влияние автотранспорта на окружающую среду / А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабанщиков. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 25 (211). – С. 31-33. – URL: <https://moluch.ru/archive/211/51590/> (дата обращения: 30.09.2025).

УДК 94(571.62):711.55

Гузеев Александр Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Guzeev Alexander Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Гринкруг Наталья Владимировна, кан. тех. наук., доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды», Комсомольский-на-Амуре государственный университет;

Grinkrug Natalya Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Architectural Environment Design, Komsomolsk-na-Amur State University

ИСТОРИОГРАФИЯ 66 КВАРТАЛА В ГОРОДЕ КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ HISTORIOGRAPHY OF THE 66TH BLOCK IN THE CITY OF KOMSOMOLSK-NA-AMURE

Аннотация. Статья посвящена историографическому анализу 66 квартала города Комсомольск-на-Амуре в контексте разработки проекта благоустройства внутриквартального сквера. Целью работы является изучение исторического развития территории квартала, выявление особенностей его планировочной структуры и социокультурного значения для городской среды. Предметом исследования выступает эволюция застройки 66 квартала с момента его формирования до настоящего времени, включая архитектурно-планировочные решения и функциональное зонирование территории. В результате работы систематизированы исторические данные о развитии квартала, проанализированы архивные источники и градостроительная документация, определены ключевые этапы трансформации городского пространства. Полученные результаты создают научную основу для проектирования современного сквера с учетом исторического контекста и потребностей жителей.

Abstract. The article is devoted to the historiographical analysis of the 66th quarter of Komsomolsk-na-Amure in the context of the development of a project for the improvement of an inner-city park. The purpose of the work is to study the historical development of the quarter, to identify the features of its planning structure and socio-cultural significance for the urban environment. The subject of the study is the evolution of the development of the 66 block from the moment of its formation to the present, including architectural and planning solutions and functional zoning of the territory. As a result of the work, historical data on the development of the quarter has been systematized, archival sources and urban planning documentation have been analyzed, and key stages of urban space transformation have been identified. The results obtained create a scientific basis for designing a modern park, taking into account the historical context and the needs of residents.

Ключевые слова: историография, 66 квартал, Комсомольск-на-Амуре, благоустройство территории, внутриквартальный сквер, градостроительное развитие, архитектурно-планировочная структура, городское пространство, ландшафтное проектирование, историко-культурный контекст.

Keywords: historiography, 66 block, Komsomolsk-na-Amure, landscaping, inner-city square, urban development, architectural and planning structure, urban space, landscape design, historical and cultural context.

Введение

Актуальность данного исследования обусловлена возрастающим вниманием к вопросам качественного формирования городской среды и сохранения исторической идентичности микрорайонов в современных условиях активной урбанизации. 66 квартал города Комсомольск-на-Амуре представляет собой характерный пример советской жилой застройки, сформировавшейся в период индустриального развития города. В настоящее время территория квартала нуждается в комплексном благоустройстве, что делает необходимым изучение его исторического развития для создания проектных решений, учитывающих сложившуюся планировочную структуру и социокультурные особенности района. Внутриквартальные скверы играют важную роль в обеспечении комфортной среды для жителей, являясь местами отдыха, социального взаимодействия и рекреации, что особенно значимо для городов Дальнего Востока с их суровыми климатическими условиями.

Целью данной работы является комплексное изучение историографии 66 квартала Комсомольска-на-Амуре для формирования научно обоснованной базы проектирования благоустройства внутриквартального сквера. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать исторические этапы формирования и развития территории квартала, выявить особенности его архитектурно-планировочной организации, изучить социальные и функциональные аспекты использования общественных пространств квартала, систематизировать архивные и документальные источники.

Степень разработанности темы можно охарактеризовать как недостаточную. Несмотря на наличие общих исследований по истории Комсомольска-на-Амуре, специальных работ, посвященных детальному изучению отдельных кварталов города, крайне мало. Основные источники информации представлены архивными материалами градостроительной документации, генеральными планами разных лет и историческими фотодокументами. Фрагментарные сведения о развитии жилых районов содержатся в краеведческой литературе и публикациях, посвященных истории города-комсомольца. Таким образом, настоящее исследование призвано восполнить существующий пробел в историографии городского пространства Комсомольска-на-Амуре.

Основная часть

Комсомольск-на-Амуре является уникальным примером советского градостроительства 1930-х годов, возникшим в рамках масштабной индустриализации Дальнего Востока. Город был основан 10 мая 1932 года на месте нанайского села Пермское и изначально создавался как центр судостроительной и авиационной промышленности [1]. В первые годы своего существования город не имел генерального плана и застраивался спонтанно, жилые поселки формировались вокруг строительных площадок промышленных предприятий [2].

Планировочная структура Комсомольска-на-Амуре складывалась вокруг двух промышленных центров: судостроительного завода (исторический центр или «город») и авиационного завода (район Дзёмги). Такая бицентричная система определила особенности пространственной организации городской территории на десятилетия вперед [3]. К концу 1930-х годов возникла необходимость упорядочивания застройки, что привело к разработке первых градостроительных документов.

Характерной особенностью градостроительной номенклатуры Комсомольска-на-Амуре стало использование номерных обозначений территориальных единиц. Первые «номерные кварталы» появились еще до выхода первого генерального плана и фиксировались на различных планах застройки Соцгорода судостроительного завода [4]. Эта система нумера-

ции отражала поэтапное освоение городской территории и служила инструментом градостроительного учета.

66 квартал представляет собой один из элементов этой системы территориального деления города. Формирование квартала происходило в период массового жилищного строительства 1960-1970-х годов, когда Комсомольск-на-Амуре активно развивался как крупный промышленный центр Дальнего Востока. В это время город переживал демографический рост, связанный с расширением производственных мощностей градообразующих предприятий и притоком молодого населения со всего Советского Союза.

Территориальная организация 66 квартала отражает типичные для того периода принципы микрорайонного строительства: укрупненные жилые массивы с социальной инфраструктурой, транспортно-пешеходной сетью и внутриквартальными общественными пространствами. Архитектурно-планировочная структура квартала формировалась на основе типовых проектных решений, адаптированных к климатическим условиям Дальнего Востока.

В 1960-1980-е годы градостроительная политика в Комсомольске-на-Амуре ориентировалась на создание комплексной жилой застройки с полным набором объектов социального обслуживания. Город в 1990 году был внесен в Список исторических населенных мест РСФСР, что подчеркивает культурную ценность его архитектурного наследия [5]. На сегодняшний день в городе насчитывается 131 объект культурного наследия, большинство из которых относится к периоду сталинской архитектуры 1930-1950-х годов.

66 квартал, сформированный в более поздний период, представляет собой пример массового жилищного строительства эпохи развитого социализма. Типология застройки квартала включает многоэтажные панельные и кирпичные жилые дома, характерные для градостроительной практики того времени. Внутриквартальное пространство проектировалось с учетом необходимости организации мест для отдыха жителей, детских площадок и озеленения.

Важным аспектом формирования территории квартала является климатический фактор. Суровые дальневосточные зимы и регулярные весенние паводки реки Амур требовали особого подхода к планированию городского пространства. Система озеленения и благоустройства должна была обеспечивать комфортное проживание в условиях продолжительного холодного периода и короткого, но интенсивного вегетационного сезона.

В настоящее время 66 квартал нуждается в комплексной реконструкции системы благоустройства. Износ инженерной инфраструктуры, деградация зеленых насаждений и устаревшее благоустройство внутриквартальных территорий создают необходимость разработки современных проектных решений. Проект благоустройства внутриквартального сквера должен учитывать исторически сложившуюся планировочную структуру, сохраняя идентичность места и улучшая качество городской среды.

Анализ историографии 66 квартала позволяет выявить ключевые принципы его организации: функциональное зонирование внутриквартального пространства, система пешеходных связей, размещение объектов социальной инфраструктуры. Эти исторические особенности должны стать основой для современного проектирования, обеспечивающего преемственность градостроительных традиций при внедрении новых стандартов благоустройства.

Перспективы развития территории 66 квартала связаны с общей программой комплексного развития территорий в Комсомольске-на-Амуре. Создание качественного общественного пространства в виде внутриквартального сквера будет способствовать повышению уровня комфорта проживания населения, формированию социальных связей между жителями и улучшению экологической обстановки в микрорайоне. Историко-культурный контекст формирования квартала обеспечивает прочную основу для создания уникального проекта, отражающего специфику места и потребности современного городского сообщества.

Заключение

В результате проведенного историографического исследования 66 квартала города Комсомольск-на-Амуре была сформирована научно обоснованная база для разработки проекта благоустройства внутриквартального сквера.

Анализ исторических этапов формирования территории квартала показал, что его развитие происходило в период массового жилищного строительства 1960-1970-х годов и отражало типичные принципы советского микрорайонного планирования. Выявлены ключевые особенности архитектурно-планировочной организации квартала: функциональное зонирование внутриквартального пространства, система пешеходных связей и размещение социальной инфраструктуры, что обеспечивает понимание исторически сложившейся структуры территории.

Систематизация архивных и документальных источников позволила проследить эволюцию градостроительной системы Комсомольска-на-Амуре и определить место 66 квартала в общей номерной системе территориального деления города. Установлено, что формирование квартала осуществлялось с учетом климатических особенностей Дальнего Востока и демографического роста, связанного с развитием промышленного потенциала города.

Полученные результаты создают прочную основу для современного проектирования внутриквартального сквера с сохранением исторической идентичности места и учетом потребностей жителей. Историко-культурный контекст территории должен стать базисом для формирования качественного общественного пространства, отвечающего современным стандартам благоустройства и обеспечивающего преемственность градостроительных традиций Комсомольска-на-Амуре.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дыминская, А. В. Историческая застройка города / А. В. Дыминская, Л. Б. Шокурова, М. К. Янкевич, А. Р. Ласкин ; компьт. графика В. В. Коркин, Д. В. Шаппо. // МУК «Городская Централизованная Библиотека». – URL: <https://www.kmslib.ru/dostoprimechatelnosti-komsomolska-na-amure/istoricheskaya-zastroyka-goroda> (дата обращения: 04.10.25)
2. 85-летие Комсомольск-на-Амуре // Сегодня Хабаровск. – URL: <https://todaykhv.ru/kms85/> (дата обращения: 04.10.25)
3. Комсомольск-на-Амуре // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Комсомольск-на-Амуре> (дата обращения: 04.10.25)
4. О номерных названиях районов Комсомольска // LiveJournal. – URL: <https://gorotskop.livejournal.com/68661.html> (дата обращения: 04.10.25)
5. Становление архитектурно-планировочного каркаса Комсомольска-на-Амуре // Молодой ученый. 2021. № 6 (348). – URL: <https://moluch.ru/archive/360/80515/> (дата обращения: 04.10.25)

УДК 711.58+72.017

Димитриади Екатерина Михайловна, старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

Ekaterina Mikhailovna Dimitriadi, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ВИЗУАЛЬНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АМУРСКА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА 8-МИКРОРАЙОНА) ANALYSIS OF THE VISUAL SPATIAL ENVIRONMENT OF THE CITY OF AMURSK (USING THE EXAMPLE OF THE URBAN SPACE OF THE 8TH MICRODISTRICT)

Аннотация. В статье исследуется современная пространственная среда на примере 8-го микрорайона города Амурска. Анализируется адаптация типовой застройки к локальному культурному контексту городского пространства. Особое внимание уделяется визуальной среде микрорайона, его территориально-пространственным, социокультурным особенностям. Анализируется эмоциональная привязанность жителей к визуальному облику городского пространства 8-микрорайона. Выявлена роль мозаичных фасадных панно и архитектурной колористики города.

Abstract. The article examines the modern spatial environment using the example of the 8th micro-district of the city of Amursk. The adaptation of a typical building to the local cultural context of

urban space is analyzed. Special attention is paid to the visual environment of the neighborhood, its spatial, socio-cultural features. The emotional attachment of residents to the visual appearance of the urban space of the 8th microdistrict is analyzed. The role of mosaic facade panels and architectural coloristics of the city is revealed.

Ключевые слова: визуальная среда, архитектурное пространство, визуальная урбанистика, модель, визуальная культура, городская среда

Key words: visual environment, architectural space, visual urbanism, model, visual culture, urban environment

Введение

Актуальность исследования обусловлена возрастающим интересом в научном дискурсе к трансформации современной урбанистической среды. Особую значимость приобретает изучение периферийных территорий малых городов, где типовая архитектура, формирующая основу жилого фонда, выступает ключевым носителем коллективной памяти и идентичности. Вопросы адаптации стандартизированных пространств к локальным культурным и визуальным потребностям жителей.

Целью работы является проведение анализа современной пространственной среды 8-го микрорайона Амурска для выявления особенностей идентичности города.

Степень разработанности темы характеризуется вниманием исследователей к восприятию массовой жилой застройки в рамках истории и культуры повседневности, визуальной антропологии. Однако комплексный анализ, совмещающий изучение пространственного, историко-культурного, социокультурного и визуального элементов конкретных периферийных локаций малых городов Дальнего Востока, представлен в научной литературе фрагментарно.

Основная часть

Немалый интерес в научном дискурсе проявляется в исследовании панельного домостроения в условиях трансформации современной пространственной среды. Особое внимание заслуживает адаптация типовых проектов к локальным культурным и региональным особенностям, а также влияние массовой застройки на пространственную, социокультурную и визуальную структуру микрорайонов.

В контексте анализа рассматривается периферия городской части Амурска – 8-ого микрорайона, который ограничен улицами Южной магистрали, пр. Строителей и пр. Комсомольский. Аргументация выбора локации обосновывается тем, что микрорайон представляет собой характерный образец советской панельной типовой застройки конца 1980-х гг. с необходимой внутренней инфраструктурой. Таким образом, представляется возможным проанализировать трансформацию стандартизированной архитектуры в ракурсе ландшафтной организации пространства и выявить особенности формирования идентичности, учитывая аспекты анализа.

Относительно функционального зонирования территория 8-ого микрорайона расположена в северном районе города. Границы улиц Южной магистрали, пр. Строителей и пр. Комсомольского, подчеркивают изолированность территории, характерную для периферии малых городов Дальнего Востока. Расположенный отдаленно от центра, микрорайон формирует переходную зону между урбанизированной средой и природным ландшафтом, так как городское пространство расположено в окружении сопков и граничит с поселком Индивидуальный. Со стороны пр. Комсомольский застройка следует пологому уклону, образуя естественный спуск по направлению пр. Строителей.

Развитие микрорайона начинается в первой половине 1980-х гг. Отсутствие ярких архитектурных доминант и стандартизированный облик делают жилой район характерным примером периферийного городского пространства советского индустриального города. Микрорайон изначально проектировался для молодых семей работников Амурского целлюлозно-картонного комбината, с комплексным развитием социальной инфраструктуры, ориентированной на потребности жителей. Относительно небольшая территория микрорайона создает особую культуру соседского взаимодействия.

Визуальное пространство 8-микрорайона представляет собой типовое панельное домостроение 1980-х гг. Жилые дома 97 (111-97) серии являются ярким примером позднесоветской жилой архитектуры, которая транслирует ключевые социальные, идеологические и эстетические тенденции эпохи. Фасады данной застройки отличаются лаконизмом форм, плоскостными фасадами, отмечается определенный метрический ряд, выступающих частей фасада и блок секций. Для каждого блока характерна упорядоченная выкладка плит, создавая определенную цветовую гамму. Однако благодаря масштабности основных улиц и сложному рельефу, создающему многоуровневые перспективы, застройка приобретает динамику. Вертикальные перепады ландшафта формируют ритмичную композицию, где монотонность типовых зданий компенсируется пространственной градацией.

С границы улиц пересечения пр. Строителей и Южной магистрали наблюдается пространственная точка восприятия на жилые дома по пр. Комсомольский, 63, 75, отличающимися своей особенностью – мозаичными панно. Композиции панно расположены преимущественно на торцах жилых зданий, уложенных определенным образом, создавая геометрический акцент. Характерными чертами композиций становится монохромная цветовая гамма – охристые и бледно-розовые оттенки, которые подчеркивают радиальные элементы. Можно отметить, что данные изображения являются визуальными элементами, дополняющими общегородскую среду. Монохромный колорит мозаичных панно, как и микрорайона в целом, придаёт лаконичную узнаваемость, а на ахроматическом фоне городского и природного ландшафта такие решения становятся выразительными акцентами, упорядочивая визуальное пространство города (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мозаичные панно. 8-микрорайон, г. Амурск, 2009 г.

Восприятие цветовой гаммы визуального городского пространства зависит от времени года. Летом и осенью в колористике культурного ландшафта доминирует монохромная палитра: жилые здания решены в серой гамме, с редкими акцентами охристых и коричневых оттенков на фасадах. Школьные учреждения, построенные из белого и красного кирпича, вносят в среду яркие контрастные пятна. «Прикрепленные» объекты (небо, окружающий лесной массив) определяют границы визуального пространства и становятся структурообразующим («якорным») объектом восприятия [1]. На фоне данного явления параллельно выявляется тенденция романтизации «панелек», поэтизирующая эстетику панельных зданий. Поиск «состояния», где часть фасада охвачена вечерним или же утренним солнцем. Простое лаконичное здание воспринимается уже не как уродливое сооружение массовой застройки, а как важная часть пространства – города детства или юности, части дворового пространства, пеших улочек, скамей и подросших за годы деревьев [2].

Зимой и ранней весной колорит становится более нейтральным: снежный покров объединяет пространство, а холодные оттенки серого начинают перекликаться с голубоватыми рефlekсами. В периоды обильных снегопадов пространство приобретает почти ахроматическую гамму, но в солнечную погоду игра света, тёмные силуэты деревьев в лесном массиве играют на контрасте бело-серых плоскостей фасадов. Так, архитектурная колористика городского пространства 8-микрорайона Амурска представляет собой сложную систему визуальных взаимосвязей, где искусственные и природные элементы образуют гармоничный ансамбль. Геометричные монохромные композиции мозаичных панно фасада зданий выступают ключевыми акцентами в этой системе, образуя узнаваемые визуальные маркеры, а также упорядочивают восприятие панельной застройки. Отражается характер дальневосточного ландшафта – сдержанный, но наполненный тонкой игрой полутонов на фоне городских объектов. Такая сезонная изменчивость восприятия цветовой гаммы городского пространства отчасти усиливает эмоциональную связь жителей с данной городской средой (рисунок 2).



Рисунок 2 – Городского пространства 8-микрорайона в разное время года, г. Амурск

С точки зрения социокультурного элемента анализа современной пространственной среды, восприятие типового панельного домостроения носит амбивалентный характер, отражая сложный комплекс социокультурных смыслов. Индустриальные типы жилых структур выступают материальными носителями коллективной памяти – их стандартизация сформировала узнаваемую «советскую повседневность», которая сегодня осмысливается как полноценный феномен. Подобный статус делает типовую застройку не пережиточным явлением, а значимым объектом исследования в рамках истории повседневности и визуальной антропологии [3].

Исследуемое городское пространство воспроизводит модель «спального района», как отмечают жители данного района. Если представители старшего поколения воспринимают подобные районы как «уютные» и «спокойные» места обитания, то молодые люди оценивают данное пространство как «монотонным» и «безликим». Опираясь на теорию К. Линча «путь-граница», для социума находящимся в городском пространстве 8-микрорайона представлена ограниченная навигационная модель: основными ориентирами служат инфраструктурные объекты. Когнитивное восприятие жителей микрорайона строится на эмоциональной привязанности к месту, для которых это прямая ассоциация с родным домом. Акцент основывается на понятной структуре района, вследствие чего быстрее формируется чувство безопасности и комфорта. Независимо от того, микрорайон в большей степени представлен однородной типовой застройкой, визуального диссонанса не возникает в процессе восприятия городской среды.

На основании вышеизложенного, проведенное исследование периферийной территории 8-го микрорайона Амурска выявило ключевые закономерности трансформации советской панельной застройки в условиях современной пространственной среды. Установлено, что типовые жилые структуры, сохраняя функциональность, формируют устойчивый хронотоп, где визуальная монотонность среды компенсируется сезонной динамикой колористики и локальными стрит-артами. Анализ подтвердил гипотезу о двойственности восприятия среды: эмоциональная привязанность жителей, которая в основном строится на ностальгии по прошлому, сочетается с потребностью в визуальной идентичности – обновления городской среды. Результаты демонстрируют потенциал для дальнейшей ревитализации периферии через интеграцию природных, архитектурных и семиотических элементов.

Заключение

Таким образом, исследование 8-го микрорайона Амурска выявило закономерности трансформации советской панельной застройки. Установлено, что типовые жилые структуры формируют устойчивый хронотоп, где визуальная монотонность компенсируется сезонной динамикой цвета и локальными стрит-артами. Подтверждена двойственность восприятия среды: ностальгическая привязанность жителей сочетается с потребностью в визуальном обновлении. Результаты демонстрируют потенциал для развития городской периферии через интеграцию природных, архитектурных и семиотических элементов, а применение дизайн-кода является прямым инструментом для создания более уникальной городской среды[4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Грибер, Ю.А. Когнитивная культурология цвета: научные основы колористики культурного ландшафта / Ю.А. Грибер, О.А. Лавренова // Монография. – М.:Согласие. – 2024. – С. 11-12.
2. Димитриади, Е. М. Firmitas, utilitas, venustas и современная визуальная урбанистика // Е.М. Димитриади // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2023. – № 64. – С. 111-117.
3. Монахова, Л. П. Архитектура и проектное мышление во второй половине XX века от стилевых предпочтений к пространству и культуре повседневности / Л.П. Монахова // Искусствознание. – 2012. – №1-2. – С. 567-603.
4. Сохацкая, Д.Г. Дизайн-код как способ проявления имиджа города / Д.Г. Сохацкая, В.А. Меньшикова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2021. – № VI - 2 (54). – С. 47-53.

УДК 331.45

Дудин Максим Игоревич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Dudin Maksim Igorevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ SAFETY IN THE AGE OF DIGITALISATION

Аннотация. В статье рассмотрено влияние цифровизации на безопасность. Рассмотрены наиболее распространенные угрозы: кибератаки, риски искусственного интеллекта, дезинформация и цифровое неравенство, влияющие на жизнедеятельность как индивидуумов, так и общества в целом. Предлагается рассмотреть многоуровневую защиту – технические меры, стратегию «нулевого доверия» и развитие правовой базы. Подчеркивается важность адаптивных и совместных решений для безопасности в цифровую эпоху.

Abstract. The article examines the impact of digitalization on security. It considers the most common threats, such as cyberattacks, artificial intelligence risks, disinformation, and digital inequality, which affect both individuals and society as a whole. The article proposes a multi-layered approach to security, including technical measures, a zero-trust strategy, and the development of a legal framework. It emphasizes the importance of adaptive and collaborative solutions for security in the digital era.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, цифровизация, киберугрозы, защита данных, искусственный интеллект, цифровая грамотность.

Key words: life safety, digitalisation, cyber threats, data protection, artificial intelligence, digital literacy.

Введение

На сегодняшний момент в условиях современного развития общества наблюдается стремительная цифровизация всех сфер жизнедеятельности. Проникновение цифровых технологий в экономику, государственное управление, здравоохранение, образование и повседневную жизнь приносит не только новые возможности, но и серьезные вызовы в области безопасности жизнедеятельности [1, 2].

Актуальность темы исследования обусловлена ростом числа кибератак, утечек персональных данных, зависимостью критической инфраструктуры от цифровых систем, а также психосоциальными рисками, такими как цифровая зависимость и дезинформация.

Цель данной статьи – проанализировать новые угрозы, возникающие в условиях цифровой трансформации и предложить эффективные механизмы защиты.

Методологическую основу исследования составили анализ научных публикаций, нормативно-правовых актов, статистических данных по киберпреступности, а также методы системного и сравнительного анализа [5].

Основная часть

1. Анализ современных угроз безопасности в условиях цифровой трансформации. Современный этап технологического развития сопровождается стремительной интеграцией цифровых технологий во все сферы человеческой деятельности, что неизбежно приводит к возникновению принципиально новых вызовов и угроз безопасности жизнедеятельности. В данном контексте представляется необходимым осуществить детальную классификацию и комплексный анализ ключевых рисков, обусловленных процессами цифровизации.

Прежде всего, следует отметить киберугрозы, которые приобретают все более изощренные формы и масштабы. Речь идет о таких опасных явлениях, как [3, 4]:

- вредоносное программное обеспечение (вирусы, трояны, черви), способное нанести непоправимый ущерб информационным системам;
- фишинговые атаки, использующие методы социальной инженерии для хищения конфиденциальных данных;
- распределенные атаки типа DDoS, парализующие работу критически важных интернет-ресурсов;
- шантаж с использованием вирусов-вымогателей, блокирующий доступ к данным с требованием выкупа.

Особую тревогу вызывает проблема защиты персональных данных в условиях массового перехода услуг в цифровую среду. Многочисленные случаи утечек информации из государственных и коммерческих баз данных свидетельствуют о системных уязвимостях современных информационных систем. Это создает благоприятную почву для различных форм мошенничества, краж личных средств и нарушения приватности граждан.

Не менее значимым аспектом является уязвимость критической инфраструктуры, включая энергетические системы, транспортные сети, объекты ЖКХ и финансовые институты. Их зависимость от цифровых технологий делает потенциальными мишенями для кибератак, последствия которых могут носить катастрофический характер для национальной безопасности.

Отдельного внимания заслуживают психосоциальные риски цифровой эпохи:

- формирование патологической зависимости от цифровых устройств и виртуальной среды;
- распространение кибербуллинга и психологического насилия в сети;
- манипуляция общественным сознанием через социальные медиа;
- дезинформационные кампании, угрожающие социальной стабильности.

2. Комплексная система противодействия цифровым угрозам.

Для эффективного противодействия перечисленным вызовам требуется разработка многоуровневой системы защиты, включающей следующие ключевые элементы:

Нормативно-правовое регулирование:

- совершенствование законодательной базы в области кибербезопасности;
- ужесточение ответственности за киберпреступления;
- гармонизация национальных стандартов с международными (GDPR, NIST Cybersecurity Framework);
- создание эффективных механизмов защиты цифровых прав граждан.

В качестве технологических решений можно рассмотреть следующее:

- внедрение систем искусственного интеллекта для прогнозирования и предотвращения кибератак;
- использование блокчейн-технологий для обеспечения целостности данных;
- разработка квантово-устойчивых криптографических алгоритмов;
- создание распределенных систем хранения информации с повышенной отказоустойчивостью.

В качестве организационных мер можно рассмотреть:

- формирование национальных центров мониторинга киберугроз;
- разработка стратегий реагирования на киберинциденты;
- создание резервных систем управления для критической инфраструктуры;
- регулярное тестирование систем на проникновение (penetration testing).

Образовательно-просветительская работа включает в себя:

- внедрение программ цифровой грамотности для всех возрастных групп;
- подготовку высококвалифицированных специалистов по кибербезопасности;
- проведение информационных кампаний о правилах безопасного поведения в сети;
- развитие культуры ответственного использования цифровых технологий.

Особое значение приобретает необходимость международного сотрудничества в сфере кибербезопасности, поскольку трансграничный характер цифровых угроз требует согласованных действий на глобальном уровне.

Это включает обмен информацией об угрозах, совместные расследования киберпреступлений и выработку единых стандартов безопасности.

Реализация предложенного комплексного подхода позволит не только минимизировать существующие риски, но и создать устойчивую систему защиты, способную адаптироваться к постоянно эволюционирующим цифровым угрозам.

При этом важно подчеркнуть, что обеспечение безопасности в цифровую эпоху требует постоянного совершенствования методов и подходов, что обусловлено стремительным развитием технологий и появлением новых форм киберугроз.

Заключение

Цифровизация неизбежно меняет ландшафт безопасности жизнедеятельности, создавая как новые возможности, так и серьезные угрозы. В статье рассмотрены ключевые риски, связанные с киберпреступностью, уязвимостью инфраструктуры и психосоциальными факторами [5].

Для минимизации этих угроз требуется комплексный подход, включающий законодательные, технологические и образовательные меры.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на прогнозирование новых видов киберугроз и разработку адаптивных систем защиты, способных противостоять вызовам цифровой эпохи.

Только при условии совместных усилий государства, бизнеса и общества можно обеспечить устойчивое развитие в условиях цифровой трансформации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровизация: что это такое простыми словами. – URL: <https://dis-group.ru/blogs/czifrovizacziya-cto-eto-takoe-prostymi-slovami/> (дата обращения: 30.05.2025).
2. Безопасность личности и государства в цифровую эпоху: политико-правовой аспект. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-lichnosti-i-gosudarstva-v-tsifrovuyu-epohu-politiko-pravovoy-aspekt> (дата обращения: 30.05.2025).
3. Недостатки и риски использования ИИ в информационной безопасности. – URL: <https://b-152.ru/iskusstvennyj-intellekt-v-ib> (дата обращения: 30.05.2025).
4. Злонамеренное использование ИИ в кибератаках. – URL: <https://ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/iskusstvennyj-intellekt-v-kiberatakah/> (дата обращения: 30.05.2025).
5. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://wipo.lex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/ru/ru/ru229ru.html> (дата обращения: 30.05.2025).

УДК 69.72.

Желтухина Татьяна Александровна, студентка, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zheltukhina Tatiana Aleksandrovna, student, Komsomolsk-na-Amure state university

Галкина Елена Георгиевна, кандидат культурологии, доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Galkina Elena Georgievna, candidate of cultural studies, associate professor of the Department of architectural environment design, Komsomolsk-na-Amure state university

ОСОБЕННОСТИ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА В УСТЬЕ Р. ТЁПЛЫЙ КЛЮЧ FEATURES OF THE TOURIST AND RECREATIONAL COMPLEX AT THE MOUTH OF THE RIVER TYOPLY KLYUCH

Аннотация. Данная статья посвящена вопросу современной и актуальной застройки территорий близ рек и водоёмов. Проведен анализ, вследствие которого выделены как положительные, так и отрицательные аспекты предполагаемого объекта. Собраны основные факторы, влияющие на характеристики комплекса такие как: природно-климатические, социальные, культурные, ландшафтные и другие. Также подчеркивается важность в сохранении экологичного пространства при проектировании рекреационных зон с возможностью круглосуточного жилого отдыха.

Abstract. This article is devoted to the issue of modern and relevant development of territories near rivers and reservoirs. An analysis was conducted, as a result of which both positive and negative aspects of the proposed object were identified. The main factors influencing the characteristics of the complex such as natural and climatic, social, cultural, landscape and others were collected. The importance of preserving an environmentally friendly space when designing recreational areas with the possibility of round-the-clock residential recreation is also emphasized.

Ключевые слова: зона, объект, отдых, рекреация, факторы, особенности, комплекс, архитектура, туризм.

Key words: zone, object, rest, recreation, factors, features, complex, architecture, tourism.

Введение

В современном обществе глэмпинги и загородные базы отдыха имеют большую популярность как среди людей старшего поколения, желающих отвлечься от рутинных рабочих будней, так и у молодежи, жаждущей активного отдыха в компании своих сверстников. Потребность в таких комплексах удачно восполняется, но в основном за пределами районов города. Транспортная доступность рекреационных баз является одной из главных проблем, ведь не каждый имеет свой личный транспорт, на котором можно добраться до зон, к которым чаще всего ведет не асфальтированная дорога. Следовательно, актуальность создания базы отдыха в черте города, которая будет иметь не только транспортную, но и пешеходную доступность, а также осуществлять потребности как активного, так и тихого отдыха очень высока.

Основная часть

Город Комсомольск-на-Амуре славится своей промышленной деятельностью. На его территории расположены такие значимые заводы как судостроительный, авиационный, нефтеперерабатывающий, металлургический, а также менее масштабные, но не уступающие по значимости деревообрабатывающие, пищевые и машиностроительные предприятия. Город по праву считается крупнейшим промышленным центром Дальневосточного региона. Река Амур, на которой расположился город, славится богатой фауной, полноводностью и возможностью безграничного развития в туристическом направлении. За Ленинским районом, являющимся второй, северо-восточной половиной города, закрепилось наименование Дзёмги. На его территории менее развитая развлекательная и рекреационная структуры, поэтому данный район идеально подходит для осуществления и реализации проектов, связанных с созданием зон для досуга, активного и спокойного отдыха

База отдыха будет являться как рекреационной, так и туристической зоной, привлекающей внимание не только жителей самого города, но и окружающих районов[1]. Выбранный участок расположен вблизи реки Тёплый Ключ. Анализ местности показал, что зона пригодна для создания комплекса, который будет включать в себя как наземные корпуса, так и блоки на поверхности воды. Изучение аналогов подсветило ключевые моменты, которые будут необходимо учитывать при разработке проекта:

1. высота корпусов 1-3 этажа
2. основные используемые материалы: дерево, стекло, бетон
3. предпочтение решений связанных с защитой от природных катаклизмов (подтоплений, ветров и тп)
4. свайные фундаменты как основа корпусов, расположенных на воде

Актуальность создания базы объясняется полным отсутствием подобных проектов в черте города. В современных условиях общество всё больше нуждается в отдыхе как физическом, так и духовном. В летнее время года на территории комплекса будут доступны такие виды отдыха и времяпрепровождения как: рыбалка, контактный зоопарк, прокат водных лыж, квадрациклов, сапбордов и прочих развлекательных приспособлений. В зимний сезон: прокат лыж, коньков, снегоходов. Банные комплексы и чаны, мангальные, рекреационные, спортивные зоны, детские площадки и места для тихого отдыха будут доступны в течении всех времен года.

Проект базы отдыха включает в себя такие компоненты как:

1. Административный корпус, включая кабинет директора и бухгалтера, прокат спортивного инвентаря и мастерскую по ремонту оборудования, складские помещения, помещения для персонала и медицинский блок
2. Корпус общественного питания (кафе, ресторан)
3. Жилые корпуса способные размещать разное количество отдыхающих
4. Рекреационные зоны включающие пешеходные, спортивные и зоны тихого отдыха
5. Зоны общественного доступа: банные комплексы, детские площадки, каток, зоны для рыбалки и проката оборудования
6. Отдельные площадки прогулочного типа

Основной задачей проекта является сохранение первоначального ландшафта и облика окружающего пространства, которые будут наносить минимальный вред экологии. Помимо этого комплекс будет закрывать такие экономические проблемы как нехватка рабочих мест, привлечение капитала, который будет поступать от туристов, а круглогодичный доступ даст возможность постоянной наполненности базы посетителями.

Основным занятием близлежащих районов является рыбалка, скотоводство и растениеводство [2]. Река Тёплый Ключ впадает в реку Амур, на берегах которой до сих пор проживают такие коренные народы как нанайцы (рисунок 1), ульчи, нивхи, удэгейцы, эвенки, орочи и другие. В связи с этим, с выбранной территорией неразрывно связаны исторические и унаследованные от своих предков легенды, сказания, песни и традиции, которые отражаются в повседневной жизни местных современных жителей[3]. Вся загадочность этих мест может способствовать привлечению внимания сообществ, которые организывают различные фестивали, эвенты и тематические экскурсии, что в свою очередь приведет к притягиванию внимания туристов.

Использование простых материалов, позволит избежать больших затрат на транспортировку ресурсов с других районов страны, а также даст возможность комплексу максимально органично влиться в условия окружающей среды.



Рисунок 1 – Семья нанайцев,
1-я пол. XX в.

Заключение

Создание туристско-рекреационного комплекса в устье р. Тёплый Ключ может иметь огромный потенциал для развития туризма и отдыха в черте города. Он будет представлять собой уникальное сочетание природных, экономических и культурных ресурсов, привлекать как жителей города Комсомольск-на-Амуре и близлежащих районов, так и туристов из других городов регионов. Неоценимо и благоприятное влияние на эмоциональное и духовное состояние всех отдыхающих комплекса. Помимо этого создание базы отдыха ожидаемо приведет к развитию инфраструктуры вблизи комплекса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Николаева, А.С. Архитектура базы отдыха нового типа на Байкале. КиберЛеника. / А.С. Николаева // – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-bazy-otdyha-novogo-tipa-na-baykale/viewer> (дата обращения 21.09.2025)
2. Комсомольск-на-Амуре // – URL: <https://www.kmscity.ru/> (дата обращения 21.09.2025)
3. Социально-экономическое развитие коренных малочисленных народов Севера Хабаровского края // – URL: <https://mpr.khabkrai.ru/Deyatelnost/Korennye-malochislennye-narody-Severa/514> (дата обращения 21.09.2025)

УДК 692.45

Журавлева Екатерина Викторовна, старший преподаватель, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Zhuravleva Ekaterina Viktorovna, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

Намоконов Александр Николаевич, аспирант кафедры «Авиастроения», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Namokonov Alexander Nikolaevich, is a postgraduate student at the Department of Aircraft Engineering, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

СОЗДАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОСТЕННОЙ РАЗОМКНУТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ CREATING A CALCULATION MODEL OF OSCILLATIONS OF A THIN-WALLED OPEN CYLINDRICAL CONCRETE SHELL UNDER CRITICAL LOADS

Аннотация. Работа посвящена разработке расчётной модели, предназначенной для анализа динамического поведения тонкостенной разомкнутой цилиндрической железобетонной оболочки, находящейся под воздействием критических нагрузок. Созданная модель может быть использована для расчёта частоты колебаний тонкостенной разомкнутой цилиндрической железобетонной оболочки применяемых в современном строительстве. Предложенная методика позволяет учитывать нелинейные эффекты, возникающие при деформировании материала, что повышает точность прогнозирования поведения оболочки в реальных условиях эксплуатации. Описаны конкретные шаги по созданию модели для оценки колебаний в критических условиях эксплуатации.

Ключевые слова: метод конечных элементов (МКЭ), динамическая устойчивость, тонкостенная оболочка, колебания, деформации.

Abstract. The work is devoted to the development of a computational model designed to analyze the dynamic behavior of a thin-walled open cylindrical reinforced concrete shell under critical loads. The created model can be used to calculate the vibration frequency of a thin-walled open cylindrical reinforced con-

crete shell used in modern construction. The proposed methodology allows for the consideration of non-linear effects that occur during material deformation, which improves the accuracy of predicting the behavior of the shell in real-world conditions. The paper describes specific steps for creating a model to assess vibrations under critical operating conditions.

Key words: finite element method (FEM), dynamic stability, thin-walled shell, vibrations, and deformations.

Введение

В условиях нарастающего ухудшения климатической ситуации, вызванного как природными, так и антропогенными факторами, а также прогрессирующего загрязнения атмосфера, особенно в крупных городах, перед инженерами и архитекторами стоит задача разработки инновационных решений для обеспечения комфортной и безопасной среды обитания. Перспектива дальнейшей индустриализации, усугубляющей экологическую обстановку, актуализирует необходимость создания закрытых, экологически контролируемых пространств, пригодных для жизни и работы. В связи с этим первостепенное значение приобретают конструкции, обеспечивающие максимальный внутренний полезный объём при минимальной внешней площади, что позволяет эффективно оптимизировать затраты на поддержание микроклимата и защиту от внешних воздействий.

Основная часть

Наиболее рациональным вариантом для реализации таких крупногабаритных укрытий являются тонкостенные разомкнутые цилиндрические железобетонные оболочки (ТРЦЖО). Однако из-за своей тонкости и криволинейной формы они очень чувствительны к внешним воздействиям. Эксплуатационные условия накладывают на ТРЦЖО комплекс нагрузок: постоянные (собственный вес, вес стационарного оборудования), временные (нагрузка от людей, мебели) и, что особенно важно, циклические (ветровые потоки, снеговые массы, вибрация от встроенных инженерных систем, таких как вентиляторы и климатические установки).

Учёт динамических нагрузок является обязательным требованием. Несмотря на то, что действующие нормативные документы (например, СП 63.13330) регламентируют методики расчёта железобетонных элементов на вибрационные воздействия, эти подходы, основанные на линейной теории упругости, не всегда позволяют адекватно спрогнозировать поведение конструкции при высоких уровнях нагрузки, когда достижение пластической зоны может привести к катастрофическому развитию повреждений. В связи с этим существует необходимость в разработке расчётной модели тонкостенной разомкнутой цилиндрической железобетонной оболочки, учитывающей нелинейное поведение бетона и арматуры в условиях пластичности и критическое нагружение.

Для примера рассматриваем диаграмму деформации бетона В20 (рисунок 1).

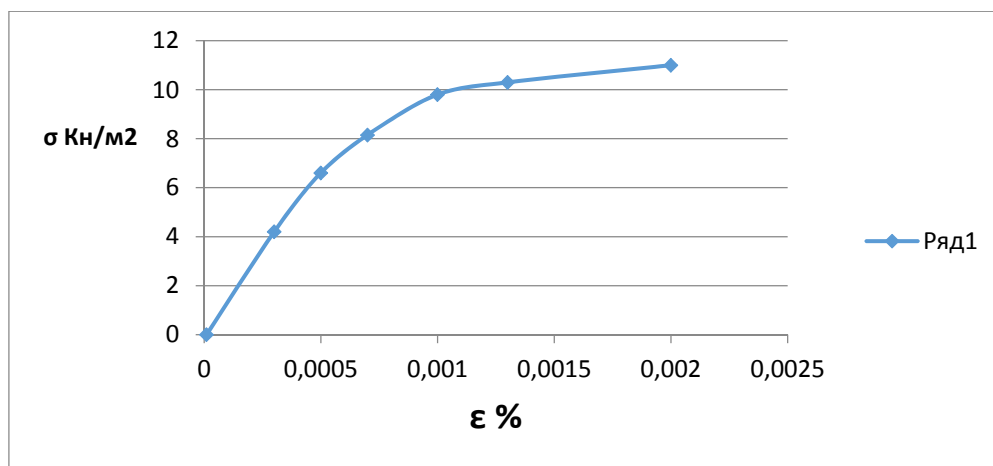


Рисунок 1 – Диаграмма деформации бетона В20

Путем изменения тангенса в расчетных точках вычисляем модуль упругости в каждой точке пластической деформации.

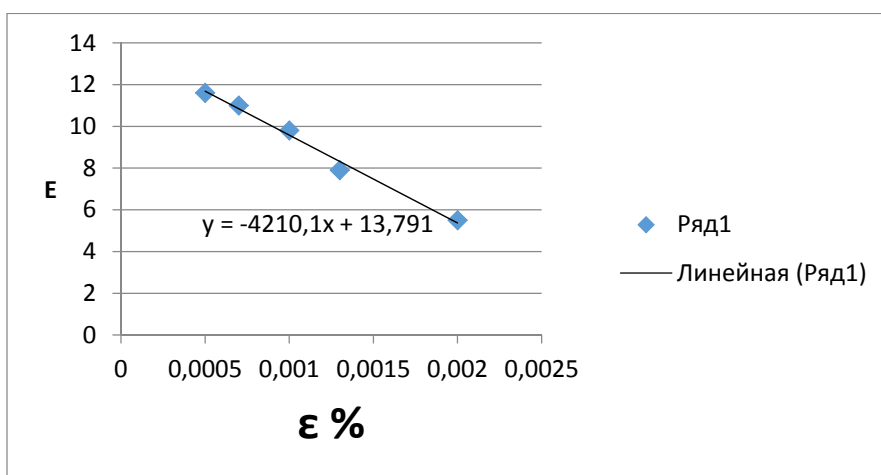


Рисунок 2 – График изменения модуля упругости в зависимости от деформации

Для адекватной оценки динамического поведения тонкостенной разомкнутой цилиндрической железобетонной оболочки в условиях критических нагрузок необходимо учитывать нелинейность и пластическую деформацию материалов. В расчётной модели для описания напряжённо-деформированного состояния тонкостенной разомкнутой цилиндрической железобетонной оболочки используются уравнения Донелла-Муштари-Власова, которые, в отличие от линейных теорий, позволяют учитывать влияние больших перемещений и деформаций на жёсткость конструкции.

Полученную линейную функцию для бетона В20 (рисунок 2) и подставляем полученные значения изменения модуля упругости в зависимости от деформации в уравнение Донелла-Муштари-Власова.

Уравнение Доннела-Муштари-Власова:

$$\frac{D}{h} \nabla^2 w = \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} - \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}, \quad (1)$$

$$\frac{1}{E} \nabla^2 \Phi = -\frac{1}{R} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad (2)$$

$$\frac{1}{E} \nabla^2 \Phi = -\frac{1}{R} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad (3)$$

$$\Delta = \frac{\partial}{\partial x^2} + \frac{1}{R} * \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}, \quad (4)$$

$$D = \frac{E h^2}{12(1 - \nu^2)} \quad (5)$$

$$E(\epsilon) = 13.45 - 4200\epsilon, \quad (6)$$

Динамический прогиб представим в виде:

$$w(x, y, t) = A(t) \cos sy \sin rx + B(t) \sin sy \sin rx + C(t) \sin rx, \quad (7)$$

$$r = \frac{\pi}{l}, \quad s = \frac{n}{R}, \quad \alpha = r^2 + s^2. \quad n = 1, 2, 3 \dots \quad (8)$$

Подставим полученное выражение во второе уравнение системы, предварительно вычислив вторую частную производную по x от функции прогибов $w(x, y, t)$:

$$\frac{\partial w(x, y, t)}{\partial x} = r [A * \cos(sy) \cos(rx) + B * \sin(sy) \cos(rx) + C * \cos(rx)], \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2 w(x, y, t)}{\partial x^2} = -r^2 [A * \cos(sy) \cos(rx) + B * \sin(sy) \cos(rx) + C * \cos(rx)], \quad (10)$$

В результате приходим к следующему дифференциальному уравнению:

$$\frac{1}{E(\varepsilon)} \Delta^2 \Phi = \frac{1}{R} w_{xx} = \frac{r^2}{R} [A \cos(sy) \sin(rx) + B \sin(sy) \sin(rx) + C \sin(rx)] \quad (11)$$

Далее находим частное решение полученного неоднородного уравнения. Решение ищем в виде:

$$\Phi_{\text{ч.н.}}(x, y, t) = \Phi_1(t) \cos(sy) \sin(rx) + \Phi_2(t) \sin(sy) \sin(rx) + \Phi_3(t) \sin(rx) \quad (12)$$

где $\Phi_1(t)$, $\Phi_2(t)$ и $\Phi_3(t)$ – некоторые функции времени.

Далее подставляем данное выражение частного решения неоднородного уравнения в само уравнение, но вначале вычислим все необходимые частные производные:

$$\frac{\partial^4 \Phi_{\text{ч.н.}}(x, y, t)}{\partial x^4} = r^4 [\Phi_1 \cos(sy) \sin(rx) + \Phi_2 \sin(sy) \sin(rx) + \Phi_3 \sin(rx)], \quad (13)$$

$$\frac{\partial^4 \Phi_{\text{ч.н.}}(x, y, t)}{\partial y^4} = \frac{\partial^4 \Phi_{\text{ч.н.}}(x, y, t)}{\partial y^4} = s^4 [\Phi_1 \cos(sy) \sin(rx) + \Phi_2 \sin(sy) \sin(rx)], \quad (14)$$

$$\frac{\partial^4 \Phi_{\text{ч.н.}}(x, y, t)}{\partial x^2 \partial y^2} = r^2 s^2 [\Phi_1 \cos(sy) \sin(rx) + \Phi_2 \sin(sy) \sin(rx)] \quad (15)$$

Таким образом, получаем уравнение:

$$\Delta^2 \Phi = (r^2 + s^2)^2 [\Phi_1 \cos(sy) \sin(rx) + \Phi_2 \sin(sy) \sin(rx)] + r^4 \Phi_3 \sin(rx) \quad (16)$$

Из полученного уравнения вытекают три зависимости:

$$(r^2 + s^2)^2 \Phi_1 = \frac{E}{R} r^2 A, \quad (17)$$

$$(r^2 + s^2)^2 \Phi_2 = \frac{E}{R} r^2 B, \quad (18)$$

$$r^4 \Phi_3 = \frac{E}{R} r^2 C \quad (19)$$

После преобразований получаем:

$$\Phi_1(t) = \frac{E}{R} \frac{r^2}{(r^2 + s^2)^2} A(t), \quad (20)$$

$$\Phi_2(t) = \frac{E}{R} \frac{r^2}{(r^2 + s^2)^2} B(t), \quad (21)$$

$$\Phi_3(t) = \frac{E}{R} \left(\frac{l}{\pi} \right)^2 C(t) \quad (22)$$

Подставляя

$$\frac{1}{E(e)} \Delta^2 \Phi = \frac{1}{R} \frac{d^2 w}{dt^2} \quad (23)$$

$$\frac{1}{E(e)} \alpha^2 \Phi_1 = \frac{1}{R} (-r^2) A \quad (24)$$

$$\Phi_1 = \frac{E(e)}{R} \frac{r^2}{\alpha^2} A \quad (25)$$

$$\frac{D}{h} = \frac{E(e)h^2}{12(1-\nu^2)} \quad (26)$$

$$\rho \ddot{A} + E(e) \left(\frac{h^2}{12(1-\nu^2)} \alpha^2 + \frac{r^4}{R^2 \alpha^2} \right) A = 0 \quad (27)$$

Рассчитаем частоты для А, В:

$$w_{AB}^2 = \frac{E(\hat{e})}{\rho} \left(\frac{h^2}{12(1-\nu^2)} (r^2 + s^2)^2 + \frac{r^4}{R^2(r^2 + s^2)^2} \right) \quad (28)$$

И также частоты для С

$$w_C^2 = \frac{E(\hat{e})}{\rho} \left(\frac{h^2}{12(1-\nu^2)} r^4 + \frac{1}{R^2} \right) \quad (29)$$

$$E(\hat{e}) = 13.45 - 4200\hat{e} \quad (30)$$

Где АВ – пара неосесимметричных мод ($n \geq 1$), С – осесимметричная мода ($n = 0$)

Заключение

Получена расчётная модель железобетона при нахождении железобетона в пластической зоне деформирования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Добрышкин, А. Ю. Экспериментальная проверка характеристик колебаний композитной цилиндрической тонкостенной оболочки с ребром жесткости / А. Ю. Добрышкин, О. Е. Сысоев, Е. О. Сысоев // Труды МАИ. – 2024. – № 134. – EDN VWVKUL.
2. Добрышкин, А. Ю. Исследование колебаний цилиндрической оболочки с присоединенной массой с учетом растяжения контура / А. Ю. Добрышкин, И. В. Лозовский, О. Е. Сысоев, Е. О. Сысоев // Труды МАИ. – 2023. – № 128. – DOI 10.34759/trd-2023-128-04. – EDN KRIQLS..
3. Добрышкин, А. Ю. Колебания композитных тонкостенных цилиндрических разомкнутых оболочек / А. Ю. Добрышкин, Е. В. Журавлева, Е. О. Сысоев, О. Е. Сысоев // Труды МАИ. – 2022. – № 122. – DOI 10.34759/trd-2022-122-05. – EDN KRROVD.
4. Сысоев, Е. О. Моделирование колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки при равномерном температурном воздействии при вариационной постановке задачи / Е. О. Сысоев, А. Ю. Добрышкин, О. Е. Сысоев, Е. В. Журавлева // Труды МАИ. – 2021. – № 117. – DOI 10.34759/trd-2021-117-03. – EDN IQVAJP.

УДК 712.4

Журавлева Лилиана Максимовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zhuravleva Liliana Maksimovna, student, Komsomolsk-na-Amur State University

Галкина Елена Георгиевна, доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды», кандидат культурологии, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Galkina Elena Georgievna, Associate Professor of the Department of Architectural Environment Design, Candidate of Cultural Studies, Komsomolsk-na-Amur State University

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

ANALYSIS OF THE IMPACT OF GREEN CITY SPACES ON THE QUALITY OF LIFE

Аннотация. Данная работа посвящена глубокому анализу влияния городских пространств на качество жизни жителей городов. В статье приводятся аргументы, почему увеличение зеленых массивов в пределах городских территорий является важным фактором не только для улучшения внешнего облика городов и качества жизни людей, но оно также важно и для экологической обстановки во всем мире в целом. Дополнительно рассматривается существующая терминология по вышеуказанной теме статьи.

Abstract. This work is devoted to a deep analysis of the influence of urban spaces on the quality of life of city dwellers. The article provides arguments why the increase of green areas within urban territories is an important factor not only for improving the appearance of cities and the quality of life of people, but it is also important for the environmental situation in the world as a whole. Additionally, the existing terminology on the above topic of the article is reviewed.

Ключевые слова: озеленение, зеленые массивы, архитектура, городская среда, ландшафт, экология.

Key words: landscaping, green areas, architecture, urban environment, landscape, and ecology.

Введение

На сегодняшний день, стремительная урбанизация, увеличение промышленных предприятий и как следствие увеличение вредных выбросов в атмосферу, приводит к изменению климата, тем самым бросая вызовы окружающей среде, для решения которых необходимо подходить к вышеуказанным проблемам комплексно. Развитие зеленых пространств внутри городской среды считается наиболее эффективным из имеющихся способов решения данных проблем, так как растения поглощают вредные вещества, содержащиеся в воздухе, а также являются естественным шумовым барьером. Озеленение городской среды может включать в себя не только создание парков, скверов и так далее, но и интегрироваться в уже существующую архитектуру городов. Примером может служить такие архитектурные приемы как: озеленение крыш, а также фасадов существующих зданий. Дополнительно, озеленение играет важную роль в повышении качества жизни людей в целом.

Актуальность данной темы заключается в том, что в условиях загрязнения окружающей среды, внедрение в городскую архитектуру зеленых массивов является важным фактором для более комфортного существования горожан.

Целью статьи является анализ влияния озелененных городских пространств на качество жизни человека

На данный момент тема влияния городских пространств на качество жизни человека разработана достаточно хорошо, но несмотря на это, актуальность данного вопроса позволяет предавать тему дополнительному освящению.

Основная часть

Сложно представить формирование городской среды в условиях современной урбанизации без принятия во внимание роли и значения озелененных общественных территорий. В современном градостроительстве зеленые пространства рассматриваются не только со стороны внешне красивого предмета благоустройства территорий, но и как важная составляющая жизнедеятельности города, которая оказывает комплексное влияние на многие аспекты жизни человека, начиная от физических потребностей и заканчивая социальным поведением и психоэмоциональным состоянием (рисунок 1).

В условиях плотной городской застройки озеленение выполняет важную санитарно-защитную функцию. Рассматривая терминологию, в архитектуре зеленые пространства, находящиеся в черте города и выполняющие функцию защиты от загрязненного воздуха, пыли и шума называют санитарно-защитными зонами. Дополнительно, озеленение снижает концентрацию углекислого газа, выделяют кислород при фотосинтезе и учувствуют в регулировании влажности.

Многочисленные исследования в области урбанистики и нейропсихологии указывают на то, что непродолжительное пребывание в озелененных пространствах снижает уровень стресса, тревожности, способствует снижению артериального давления и улучшает общее эмоциональное состояние в целом. Также, наличие природных элементов внутри городской среды активизируют процессы восстановления внимания, повышают работоспособность и формируют ощущение безопасности.

Современные тенденции в архитектурном проектировании городов все чаще пытаются интегрировать различные растения в структуру повседневных маршрутов людей (рисунок 2). Наличие и доступность зеленых пространств прямо пропорционально связаны с уровнем

двигательной активности жителей, ведь привлекательность природных компонентов подталкивает людей к пешим прогулкам. Данный фактор, в перспективе способствует снижению хронических заболеваний, в том числе и профилактике ожирения.



Рисунок 1 – Современные зеленые пространства



Рисунок 2 – Интеграция озеленения в структуру повседневных маршрутов

Немаловажным фактором положительного влияния на качество жизни населения можно назвать и то, что на фоне постоянного стресса, вызванного фоновым шумом городов, их визуальной перегрузкой и информационным давлением смена обстановки на зеленую зону, которая становится своего рода «экологическим убежищем» разгружает организм человека. Стоит отметить и то, что большинство растений имеет зеленый цвет листьев, что тоже несет за собой положительное влияние на эмоциональное состояние человека. Доказанно, что зеленый цвет считается цветом спокойствия и умиротворения, особенно это важно для формирования устойчивой психики у детей.

С социальной точки зрения, наличие озеленения внутри городской среды также несет положительный эффект. Они становятся местом общения, проведения мероприятий, семейного досуга и социальной активности в целом и дополнительно способствует развитию ЗОЖ-движения среди населения.

В современной архитектурной практике все чаще используется термин «зеленая идентичность города», под которым как правило понимается способность зеленых пространств не только украшать среду, но и становиться ее смысловым центром, тем самым предавать городу особую идентичность. Это особенно важно для городов, где исторически сложилось сильное промышленное доминирование в структуре застройки, как, например, в Комсомольске-на-Амуре. В таких условиях зеленые общественные пространства становятся инструментом баланса между природным началом и техногенной, созданной человеком средой.

Город Комсомольск-на-Амуре – пример территории, где значительная часть застройки носит индустриальный характер, а природные условия требуют специфического подхода к формированию зеленых зон, для комфортного пребывания горожан. На сегодняшний день существует определенный потенциал: набережная, центральный парк, отдельные скверы, однако их функциональная связанность и интеграция в городскую среду остаются ограниченными (рисунок 3). Отсутствие продуманной зеленой инфраструктуры, ориентированной на пешехода и повседневную активность, снижает реальный вклад озеленения в качество жизни горожан.



Рисунок 3 – Визуализация проекта набережной города Комсомольска-на-Амуре

В условиях климатической нагрузки и социальной поляризации (что характерно для многих дальневосточных городов), важно формировать не просто отдельные зоны озелененных пространств, а связную, многоуровневую зеленую инфраструктуру, поддерживающую экологическое и природное равновесие, а также, дополнительно обеспечивающую население доступом к природной среде в черте города.

Заключение

Озеленение общественных территорий представляет собой неотъемлемую часть архитектурного проектирования и стратегического градостроительного планирования. Подводя итоги, можно отметить, что влияние озелененных территорий на качество жизни многогранно и выходит далеко за рамки эстетических и экологических эффектов. Зеленые пространства становятся ключевым элементом устойчивого городского развития, формируя условия для физического здоровья, психологического благополучия, социальной интеграции и экологической устойчивости. Включение озеленения в архитектурное проектирование городской среды должно рассматриваться не как дополнение, а как структурообразующий принцип.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сычева, А. В. Ландшафтная архитектура / А. В. Сычева. – Минск: Оникс, Харвест, 2006. – 120 с.
2. Сотникова, В. О. Ландшафтная архитектура: учебное пособие / В. О. Сотникова. – 2-е издание. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 145 с.
3. Николаевская, И. А. Благоустройство территорий: учебное пособие. / И. А. Николаевская – М.: Издательский центр «Академия», 2007 г. – 368 с.
4. Горохов, В. А. Городское зеленое строительство: Учеб. пособие для вузов / В. А. Горохов. – М.: Стройиздат, 1991. – 416 с.
5. Колбовский, Е. Ю. Ландшафтоведение / Е. Ю. Колбовский – М.: Академия, 2008. – 480 с.

УДК 681.7.068

Зайков Валерий Иванович, кандидат технических наук, доцент, руководитель лаборатории «Лазерные технологии и техника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Valery Ivanovich Zaikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory "Laser Technologies and Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University
Запольских Иван Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Zapolskikh Ivan Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХА-ЦЕНДЕРА С ФАЗОВЫМ МОДУЛЯТОРОМ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТИПА INVESTIGATION OF THE AMPLITUDE-FREQUENCY RESPONSE OF A MACH-ZEHNDER FIBER-OPTIC INTERFEROMETER WITH A PIEZOELECTRIC PHASE MODULATOR

Аннотация. Развитие и совершенствование методов интерферометрии в настоящее время можно охарактеризовать переходом на более качественный уровень, связанный в первую очередь с применением волоконно-оптических технологий и элементной базы. Объектом исследования является оптико-электронная система волоконно-оптического интерферометра. Предметом исследования является амплитудно-частотная характеристика фазового модулятора волоконно-оптического интерферометра. Представлены результаты исследования амплитудно-частотной характеристики волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера с фазовым модулятором пьезоэлектрического типа.

Abstract. The development and improvement of interferometry methods can currently be characterized by a transition to a higher quality level, primarily related to the use of fiber-optic technologies and an element base. The object of the study is an optoelectronic system of a fiber-optic interferom-

eter. The subject of the study is the amplitude-frequency characteristic of the phase modulator of a fiber-optic interferometer. The results of a study of the amplitude-frequency characteristics of a Mach-Zehnder fiber-optic interferometer with a piezoelectric phase modulator are presented.

Ключевые слова: волоконно-оптический интерферометр, фазовый модулятор; одномодовое волокно; пьезоэлемент кольцевого типа.

Key words: fiber-optic interferometer, phase modulator; single-mode fiber; piezoelectric ring type element.

Введение

Развитие и совершенствование методов интерферометрии в настоящее время можно охарактеризовать переходом на более качественный уровень, связанный в первую очередь с применением волоконно-оптических технологий и элементной базы. [1,2]. Данное обстоятельство позволяет существенно повысить эксплуатационную эффективность оптоэлектронных систем классических интерферометров, таких как интерферометры Маха-Цендера, Фабри-Перо, Майкельсона, Физо, Саньяка, и также осуществлять разработку их оптоволоконных аналогов, которые отличаются гораздо более высокими технико-эксплуатационными параметрами [3]. Волоконно-оптические интерферометры различного типа достаточно широко используются в технологии высокоточного контроля для регистрации и измерения целого ряда параметров в таких процессах, как:

- дефектоскопия материалов изделий;
- деформации общего характера в различных направлениях;
- низкочастотная и высокочастотная вибрация;
- регистрация акустических колебаний;
- регистрация изменений температуры и давления и т.п. [4,5].

Основная часть

Волоконно-оптические интерферометры на одномодовых волокнах по своим технико-эксплуатационным характеристикам относятся к классу наиболее высокоточных средств измерений. В соответствии с принятой классификацией волоконно-оптические интерферометры на одномодовых волокнах можно рассматривать в виде датчика с фазовой модуляцией. Независимо от схемного решения оптоэлектронной системы в конструкции волоконно-оптического интерферометра фазовым модулятором является непосредственно оптическое волокно, которое представляет собой измерительный (рабочий) канал интерферометра. В этом измерительном (рабочем) канале на одномодовое волокно оказывается характерное воздействие (деформационное, температурное и т.п.), которое в зависимости от функционального назначения интерферометра, подлежит измерению. Величина численного изменения регистрируемого параметра характерного воздействия сопровождается соответствующим изменением плотности и размера оптической среды одномодового волокна, что в свою очередь, приводит незначительному изменению фазы электромагнитной волны в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра в виде [1]:

$$\delta\varphi_s = \delta \left(\frac{2\pi n_s l_s}{\lambda} \right) = \frac{2\pi}{\lambda} (\delta n_s l_s + n_s \delta l_s) \quad (1)$$

где n_s – показатель преломления исследуемой среды, измеряемый на длине волны λ ; l_s – геометрическая длина пути световой волны в исследуемой среде. В процессе фотодетектирования на выходе волоконно-оптического интерферометра регистрируется интенсивность суммарного электромагнитного излучения, прошедшего через измерительный (рабочий) и опорный канал. Изменение интенсивности суммарного электромагнитного излучения носит интерференционный характер и зависит от разности фаз оптических волн, прошедших через измерительный (рабочий) и опорный канал интерферометра.

Таким образом, при разработке конструкции и оценки эффективности работы волоконно-оптического интерферометра необходимо разработать методику тестирования на основе анализа результатов амплитудно-частотной характеристики фазового модулятора.

Объектом исследования является оптоэлектронная система волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

Цель работы состоит в функциональной оптимизации оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера с фазовым модулятором пьезоэлектрического типа. Для достижения данной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- анализ и характеристика элементов современной оптико-электронной элементной базы, предназначенной для разработки модели волоконно-оптических интерферометров;
- разработка и функциональная оптимизация измерительного (рабочего) канала оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Мах-Цендера;
- разработка и реализация методики измерения амплитудно-частотной характеристики волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера..

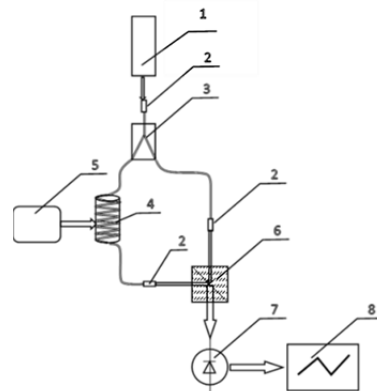
В качестве источника излучения в конструкции экспериментальной установки используется лазер серии Cobolt Samba. Излучатели данной серии представляют собой твердотельные лазеры с диодной накачкой. Генерация лазерного излучения осуществляется в непрерывном режиме на длине волны равной 532 нм с выходной мощностью 100мВт. Управление режимом излучения осуществляется при помощи контроллера с программным обеспечением Cobolt Monitor software. К характерным особенностям данного типа лазеров, которые обеспечивают эффективность его работы, можно отнести следующие:

- одночастотный, спектральная ширина линии <1 МГц;
- высокое качество луча, TEM00 M2 <1.1 ;
- низкий шум, среднее значение $<0.1\%$;
- прочный, герметичный корпус;
- отсутствие чувствительности к оптическим обратным связям;

Функциональная схема волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Функциональная схема волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера

- 1-одночастотный DPSS лазер серии Cobolt Samba 532 нм;
2- коллиматор типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package; 3- волоконно-оптический разветвитель типа PS-102-A3-9B15-SA PLC сплиттер, 1x2, гильза; 4- фазовый модулятор в виде катушки одномодового волокна на корпусе цилиндра пьезоэлектрического преобразователя;
5- генератор DG4162; 6- куб-призма; 7- фотодетектор типа PDA 36A-EC Si Amplified detector 350-1100nm; 8- осциллограф типа RTB 2004 digital oscilloscope 2.5GSa/s



Коннекторы на входном и выходном кабелях оснащены коллиматорами типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package для обеспечения эффективного ввода и коллимации выходного лазерного излучения.

Корпус данного PLC сплиттера представляет собой металлическую трубу прямоугольного сечения. Размер корпуса: 50*7*4 мм.

В сплиттере PS-102-A3-9B15-SA используется одномодовое волокно типа G.652 (тип SF - Standard Fiber) с нулевым положением дисперсии на длине волны 1310 нм., диаметром 0,9 мм, длиной 1,5м. Выходные кабели волоконно-оптического разветвителя образуют соответственно опорный и измерительный (рабочий) канал волоконно-оптического интерферометра. Одномодовое оптическое волокно измерительного канала оформлено в виде многовитковой катушки с однорядной намоткой на корпусе цилиндрической поверхности пьезоэлектрического преобразователя 4. При возбуждении пьезоэлемента генератором сигналов 5 габариты цилиндрической поверхности изменяются в радиальном направлении, что приводит к деформации одномодового оптического волокна в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра. Характер данного воздействия на одномодовое оптическое волокно вызывает его периодическое удлинение в зоне контакта с поверхностью пьезоэлемента, что в свою очередь, приводит к изменению фазы электромагнитной волны в со-

ответствии с зависимостью (1). Расходимость лазерного излучения на выходе измерительного и опорного каналов корректируется за счет использования коллиматоров типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package для формирования плоских волновых фронтов. Пространственное совмещение волновых фронтов электромагнитных волн измерительного и опорного каналов осуществляется при помощи куб-призмы (светоделиителя) 6. Таким образом, в области пространственного совмещения (суперпозиции) волновых фронтов электромагнитных волн измерительного и опорного каналов следует ожидать возникновение интерференционной периодической структуры в виде полос конечной ширины. Регистрация изменения интенсивности интерференционной структуры, возникающей в результате фазовой модуляции осуществляется фотодетектором типа PDA 36A-EC Si Amplified detector 350-1100nm 7 с выводом записи на осциллограф типа RTB 2004 digital oscilloscope 2.5GSa/s 8.

Конструкция фазового модулятора волоконно-оптического интерферометра представляет собой многovitковую катушку из одномодового волокна типа G.652 (тип SF - Standard Fiber) с нулевым положением дисперсии на длине волны 1310 нм. Однорядная намотка оптического волокна состоит из 50 витков и выполнена на корпусе керамического пьезоэлемента кольцевого типа с радиальным направлением поляризации. Для изготовления пьезоэлемента кольцевого типа, применяемого в конструкции фазового модулятора, обычно используются пьезокерамические материалы на основе твердых растворов титаната свинца (с условным обозначением ЦТС или PZT в англоязычной версии), так как они характеризуются наиболее оптимальными пьезоэлектрическими характеристиками. Возбуждение пьезоэлемента осуществляется при подаче переменного напряжения различной частоты и амплитуды от генератора сигналов произвольной формы типа DG4162. Характер возбуждения проявляется в виде радиальных колебаний внешней поверхности пьезоэлемента с заданной частотой, что в свою очередь, приводит к деформации одномодового оптического волокна.

Исследование амплитудно-частотной характеристики волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера осуществляется в режиме, когда на одномодовое волокно измерительного (рабочего) канала оказывается характерное периодическое воздействие, которое приводит к изменению длины волокна, расположенного в зоне деформации на цилиндрической поверхности пьезоэлемента. Возбуждение пьезоэлемента осуществляется путем подачи гармонического сигнала от генератора на фиксированной частоте Ω_s . На заданной частоте гармонический сигнал дискретно изменялся по амплитуде в диапазоне от 1,0 до 20,0 вольт. Таким образом, численное значение фазы электромагнитной волны φ_s в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра формируется в соответствии установленной частотой и амплитудой гармонического сигнала, что определяет режим нагрузки пьезоэлемента. В результате, характер изменения интенсивности полос интерференционной структуры в области суперпозиции волновых фронтов измерительного и опорного канала волоконно-оптического интерферометра зависит от величины фазового рассогласования $\delta\varphi = \varphi_s - \varphi_r$ электромагнитных волн в соответствующих каналах. Методика исследования амплитудно-частотной характеристики волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера предполагает регистрацию осциллограмм, соответствующих фазовому рассогласованию электромагнитных волн в измерительном и опорных каналах. На рисунке 2 представлен общий вид осциллограммы детектируемого сигнала в области формирования интерференционной структуры.



Рисунок 2 – Скриншот осциллограммы интерференционного сигнала. Режим нагрузки пьезоэлемента: -частота - 100 Гц; - амплитуда – 3,0 В

В представленном скриншоте осциллограммы интерференционного сигнала на рисунке 3 численное значение частоты детектируемого сигнала соответствует величине равной 185,5 Гц. Алгоритм формирования режима нагрузки пьезоэлемента определяется численным значением частоты и амплитуды сигнала, подаваемого с генератора на электроды пьезоэлемента.

В соответствии с принятой методикой исследования, воздействие на одномодовое оптическое волокно измерительного (рабочего) канала носит периодический характер за счет гармонического сигнала с генератора, подаваемого на пьезоэлемент с частотой Ω_s . В этом случае, характер изменения фазы электромагнитной волны на выходе из измерительного (рабочего) канала волоконно-оптического интерферометра представляет собой гармоническую функцию в виде [2]:

$$\varphi_s = \varphi_{so} \sin \Omega_s t + \varphi'_s \quad (2)$$

где φ'_s — значение фазы в отсутствие внешнего сигнала.

В таком случае, зависимость для расчета изменения интенсивности интерференционной структуры может быть представлена в виде [1]

$$I_\Sigma = (I_s + I_r) [1 + \alpha \cos(\varphi_{so} \sin \Omega_s t + \varphi'_s - \varphi_r)] = \\ (I_s + I_r) \{ 1 + \alpha \cos(\varphi'_s - \varphi_r) [J_0(\varphi_{so}) + 2 \sum_{k=1}^{\infty} J_{2k}(\varphi_{so}) \cos 2k \Omega_s t] + \\ \alpha \sin(\varphi'_s - \varphi_r) [2 \sum_{k=1}^{\infty} J_{2k-1}(\varphi_{so}) \sin(2k-1) \Omega_s t] \} \quad (3)$$

где I_r, I_s интенсивности опорной и исследуемой волн соответственно;

$$\alpha = 2 \frac{E_{ro} E_{so}}{E_{ro}^2 + E_{so}^2} = 2 \frac{E_{ro} E_{so}}{I_r + I_s} \leq 1$$

Так как данное соотношение в явном виде не дает возможность зафиксировать частотный характер изменения интенсивности интерференционной структуры, то при обработке результатов исследования при фиксированном значении частоты гармонического сигнала от генератора дискретно изменялась его амплитуда. В свою очередь, изменение амплитуды гармонического сигнала, возбуждающего пьезоэлемент, приводит к изменению режима нагрузки (характерного воздействия) на одномодовый волоконный кабель измерительного (рабочего) канала интерферометра при заданной исходной частоте гармонического сигнала. В этом случае следует полагать, что при увеличении амплитуды гармонического сигнала, подаваемого на пьезоэлемент, периодическая деформация (удлинение) одномодового волокна оказывает соответствующее влияние на фазу электромагнитной волны в измерительном (рабочем) канале интерферометра в соответствии с зависимостью (1).

В процессе обработки полученных осциллограмм измерению подлежит частота детектируемого сигнала в области формирования интерференционной структуры при заданном амплитудно-частотном режиме нагрузки пьезоэлемента. В графическом виде результаты исследования амплитудно-частотной характеристики фазового модулятора волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера представлены на рисунке 3.

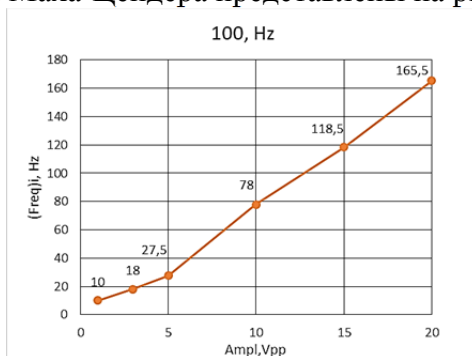


Рисунок 3 – Изменение частоты интерференционного сигнала при заданной амплитудно-частотной характеристике гармонического сигнала, воздействующего на пьезоэлемент

Заключение

В соответствии с поставленной целью и задачами основные результаты данной работы можно сформулировать следующим образом:

- выполнена разработка конструкции фазового модулятора на базе керамического пьезоэлемента кольцевого типа. Для изготовления пьезоэлемента кольцевого типа, применяемо-

го в конструкции фазового модулятора, выбраны пьезокерамические материалы на основе твердых растворов титаната свинца (с условным обозначением ЦТС или PZT в англоязычной версии), так как они характеризуются наиболее оптимальными пьезоэлектрическими характеристиками;

- выполнена оптимизация и разработана оптико-электронной схемы волоконно-оптического интерферометра Мах-Цендера;
- разработана методика измерения амплитудно-частотной характеристики волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

Анализ полученных графических материалов позволяет охарактеризовать следующие закономерности изменения частоты детектируемого сигнала в зоне формирования интерференционной структуры:

- частоты детектируемого сигнала в зоне формирования интерференционной структуры равны частоте режима нагрузки пьезоэлемента только при амплитуде с численным значением равным $1,0V_{pp}$, заданной при формировании гармонического сигнала на генераторе. Этот фактор предлагается использовать для тестирования данного метода фазовой модуляции при настройке волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера;
- численное значение частоты детектируемого сигнала в зоне формирования интерференционной структуры пропорционально увеличивается при увеличении амплитуды гармонического сигнала генератора, возбуждающего пьезоэлемент в соответствии с представленными графическими материалами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бутусов, М.М. Волоконная оптика и приборостроение / М.М. Бутусов, С.Л. Галкин, С.П. Орбинский, Б.П. Пал. - Л.: Машиностроение, 1987. - 328 с.
2. Бусурин, В.И. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения / В.И. Бусурин, Ю.Р. Носов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 256с.
3. Шиккульская, О.М. Расчет чувствительности элементов с распределенными параметрами / О.М. Шиккульская, Л.А. Плешакова. //Авиакосмическое приборостроение. – 2006. - №11. – С. 17-18.
4. Шиккульская, О.М. Анализ волоконно-оптических датчиков, используемых в интеллектуальных системах / О.М. Шиккульская, Л.А. Плешакова. // Информационные технологии в образовании, технике и медицине. Сб. материалов Международн. науч. конф.: В. 3 т. Т.2. Волгоград. - 2004.
5. Удд, Эрик Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. / Эрик Удд. - Москва: Техносфера, 2008. - 520 с.

УДК 681.7.068

Зайков Валерий Иванович, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией «Лазерные технологии и техника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Valery Ivanovich Zaikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory "Laser Technologies and Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University
Капралов Виталий Валерьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Kaprlov Vitaly Valerievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СХЕМЫ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХ-ЦЕНДЕРА (DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF THE OPTOELECTRONIC CIRCUIT OF THE MAXANDER FIBER-OPTIC INTERFEROMETER)

Аннотация. Развитие и совершенствование методов интерферометрии в настоящее время можно охарактеризовать переходом на более качественный уровень, связанный в первую очередь с применением волоконно-оптических технологий и элементной базы. Объектом исследования является оптико-электронная система волоконно-оптического интерферометра. Представлены результаты разработки оптико-электронной системы волоконно-оптического

интерферометра Маха-Цендера с фазовым модулятором пьезоэлектрического типа. Использование современной оптико-электронной элементной базы предоставила возможность осуществить функциональную оптимизацию измерительного и опорного каналов волоконно-оптического интерферометра.

Abstract. The development and improvement of interferometry methods can currently be characterized by a transition to a higher quality level, primarily related to the use of fiber-optic technologies and an element base. The object of the study is an optoelectronic system of a fiber-optic interferometer. The results of the development of an optoelectronic system of a Mach-Zehnder fiber-optic interferometer with a piezoelectric type phase modulator are presented. Using a modern element base, functional optimization of the measuring and reference channels of the fiber-optic interferometer has been carried out.

Ключевые слова: волоконно-оптический интерферометр, фазовый модулятор; одномодовое волокно; пьезоэлемент кольцевого типа.

Key words: fiber-optic interferometer, phase modulator; single-mode fiber; piezoelectric ring type element.

Введение

Развитие и совершенствование методов интерферометрии в настоящее время можно охарактеризовать переходом на более качественный уровень, связанный в первую очередь с применением волоконно-оптических технологий и элементной базы. [1,2]. Данное обстоятельство позволяет существенно повысить эксплуатационную эффективность оптико-электронных систем классических интерферометров, таких как интерферометры Маха-Цендера, Фабри-Перо, Майкельсона, Физо, Саньяка, и также осуществлять разработку их оптоволоконных аналогов, которые отличаются гораздо более высокими технико-эксплуатационными параметрами [3]. Волоконно-оптические интерферометры различного типа достаточно широко используются в технологии высокоточного контроля для регистрации и измерения целого ряда параметров в таких процессах, как:

- дефектоскопия материалов изделий;
- деформации общего характера в различных направлениях;
- низкочастотная и высокочастотная вибрация;
- регистрация акустических колебаний;
- регистрация изменений температуры и давления и т.п [4,5].

В этой связи следует отметить, что волоконно-оптические интерферометры на одномодовых волокнах по своим технико-эксплуатационным характеристикам относятся к классу наиболее высокоточных средств измерений. В соответствии с принятой классификацией волоконно-оптические интерферометры на одномодовых волокнах можно рассматривать в виде датчика с фазовой модуляцией. Независимо от схемного решения оптико-электронной системы в конструкции волоконно-оптического интерферометра фазовым модулятором является непосредственно оптическое волокно, которое представляет собой измерительный (рабочий) канал интерферометра. В этом измерительном (рабочем) канале на одномодовое волокно оказывается характерное воздействие (деформационное, температурное и т.п.), которое в зависимости от функционального назначения интерферометра, подлежит измерению. Величина численного изменения регистрируемого параметра характерного воздействия сопровождается соответствующим изменением плотности и размера оптической среды одномодового волокна, что в свою очередь, приводит незначительному изменению фазы электромагнитной волны в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра в виде [1] :

$$\delta\varphi_s = \delta\left(\frac{2\pi n_s l_s}{\lambda}\right) = \frac{2\pi}{\lambda}(\delta n_s l_s + \delta l_s n_s), \quad (1)$$

где n_s – показатель преломления исследуемой среды, измеряемый на длине волны λ ; l_s – геометрическая длина пути световой волны в исследуемой среде. В процессе фотодетектирования на выходе волоконно-оптического интерферометра регистрируется интенсивность суммарного электромагнитного излучения, прошедшего через измерительный (рабочий) и

опорный канал. Изменение интенсивности суммарного электромагнитного излучения носит интерференционный характер и зависит от разности фаз оптических волн, прошедших через измерительный (рабочий) и опорный канал интерферометра.

Таким образом, при разработке конструкции и оценки эффективности работы волоконно-оптического интерферометра необходимо разработать методику тестирования на основе анализа результатов амплитудно-частотной характеристики фазового модулятора.

Основная часть

Объектом исследования является оптико-электронная система волоконно-оптического интерферометра.

Цель работы состоит в разработке и оптимизации оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера с фазовым модулятором пьезоэлектрического типа. Для достижения данной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- анализ и характеристика функционального назначения элементов современной оптико-электронной элементной базы, предназначенной для разработки модели волоконно-оптических интерферометров;
- разработка и оптимизация оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Мах-Цендера;
- разработка методики сборки и юстировки волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

В качестве источника излучения в конструкции экспериментальной установки используется лазер серии Cobolt Samba (таблица 1).

Таблица 1 – Технические параметры лазера Cobolt Samba

Наименование параметра	Численное значение
Длина волны излучения, нм	532.1
Выходная мощность, мВт	500
Стабильность длины волны, нм	± 0.002
Качество луча	TEM00, M2 <1.1
Диаметр луча в апертуре, мкм	700
Долговременная стабильность (8 часов)	<2%
Общее энергопотребление системы, Вт	<63, типовое <30
Рабочие температуры, °C	10-40
Рекомендуемый теплоотвод, К/Вт	0.2

Излучатели данной серии представляют собой твердотельные лазеры с диодной накачкой. Генерация лазерного излучения осуществляется в непрерывном режиме на длине волны равной 532 нм с выходной мощностью 100мВт. Управление режимом излучения осуществляется при помощи контроллера с программным обеспечением Cobolt Monitor software. К характерным особенностям данного типа лазеров, которые обеспечивают эффективность его работы, можно отнести следующие:

- одночастотный, спектральная ширина линии <1 МГц;
- высокое качество луча, TEM00 M2<1.1;
- низкий шум, среднее значение <0.1%;
- прочный, герметичный корпус;
- отсутствие чувствительности к оптическим обратным связям.

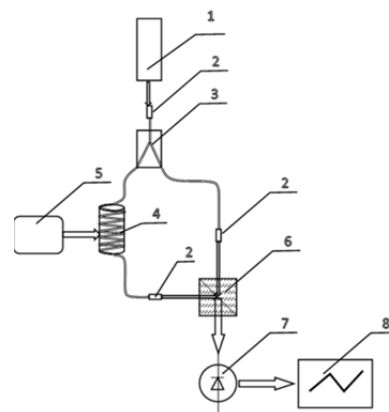
Функциональная схема волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера показана на рисунке 2.

Коннекторы на входном и выходном кабелях оснащены коллиматорами типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package для обеспечения эффективного ввода и коллимации выходного лазерного излучения.

Корпус данного PLC сплиттера представляет собой металлическую трубу прямоугольного сечения. Размер корпуса: 50*7*4 мм.

Рисунок 1 - Функциональная схема волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера

1-одночастотный DPSS лазер серии Cobolt Samba 532 нм ;
2- коллиматор типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package; 3- волоконно-оптический разветвитель типа PS-102-A3-9B15-SA PLC сплиттер, 1x2, гильза; 4- фазовый модулятор в виде катушки одномодового волокна на корпусе цилиндра пьезоэлектрического преобразователя; 5- генератор DG4162; 6- куб-призма; 7- фотодетектор типа PDA 36A-EC Si Amplified detector 350-1100nm; 8- осциллограф типа RTB 2004 digital oscilloscope 2.5GSa/s



В сплиттере PS-102-A3-9B15-SA используется одномодовое волокно типа G.652 (тип SF – Standard Fiber) с нулевым положением дисперсии на длине волны 1310 нм., диаметром 0,9 мм, длиной 1,5м. Выходные кабели волоконно-оптического разветвителя образуют соответственно опорный и измерительный (рабочий) канал волоконно-оптического интерферометра. Одномодовое оптическое волокно измерительного канала оформлено в виде многовитковой катушки с однорядной намоткой на корпусе цилиндрической поверхности пьезоэлектрического преобразователя 4. При возбуждении пьезоэлемента генератором сигналов 5 габариты цилиндрической поверхности изменяются в радиальном направлении, что приводит к деформации одномодового оптического волокна в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра. Характер данного воздействия на одномодовое оптическое волокно вызывает его периодическое удлинение в зоне контакта с поверхностью пьезоэлемента, что в свою очередь, приводит к изменению фазы электромагнитной волны в соответствии с зависимостью (1). Расходимость лазерного излучения на выходе измерительного и опорного каналов корректируется за счет использования коллиматоров типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package для формирования плоских волновых фронтов. Пространственное совмещение волновых фронтов электромагнитных волн измерительного и опорного каналов осуществляется при помощи куб-призмы (светоделиителя) 6. Таким образом, в области пространственного совмещения (суперпозиции) волновых фронтов электромагнитных волн измерительного и опорного каналов следует ожидать возникновение интерференционной периодической структуры в виде полос конечной ширины. Регистрация изменения интенсивности интерференционной структуры, возникающей в результате фазовой модуляции осуществляется фотодетектором типа PDA 36A-EC Si Amplified detector 350-1100nm 7 с выводом записи на осциллограф типа RTB 2004 digital oscilloscope 2.5GSa/s 8.

Заключение

В соответствии с поставленной целью и задачами основные результаты данной работы можно сформулировать следующим образом:

- выполнен анализ функционального назначения элементов современной оптико-электронной элементной базы, предназначенной для разработки модели волоконно-оптических интерферометров;
- разработана схема оптимизации оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Мах-Цендера;
- разработана методики сборки и юстировки волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бутусов, М.М. Волоконная оптика и приборостроение / М.М. Бутусов, С.Л. Галкин, С.П. Орбинский, Б.П. Пал. - Л.: Машиностроение, 1987. - 328 с.
2. Бусурин, В.И. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения / В.И. Бусурин, Ю.Р. Носов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 256с.

3. Шикульская, О.М. Расчет чувствительности элементов с распределенными параметрами / О.М. Шикульская, Л.А. Плешакова. //Авиакосмическое приборостроение. – 2006. - №11. – С. 17-18.
4. Шикульская, О.М. Анализ волоконно-оптических датчиков, используемых в интеллектуальных системах / О.М. Шикульская, Л.А. Плешакова. // Информационные технологии в образовании, технике и медицине. Сб. материалов Международн. науч. конф.: В. 3 т. Т.2. Волгоград. - 2004. – С. 27-32
5. Удд, Эрик Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. / Эрик Удд. - Москва: Техносфера, 2008. - 520 с.

УДК 681.7.068

Зайков Валерий Иванович, кандидат технических наук, доцент, руководитель лаборатории «Лазерные технологии и техника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Valery Ivanovich Zaikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory "Laser Technologies and Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University
Мищенко Алексей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Mishchenko Alexey Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И ТЕСТИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО МОДУЛЯТОРА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХ-ЦЕНДЕРА METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT AND TESTING OF THE PHASE MODULATOR OF THE MACH-ZANDER FIBER-OPTIC INTERFEROMETER

Аннотация. Развитие и совершенствование методов интерферометрии в настоящее время можно охарактеризовать переходом на более качественный уровень, связанный в первую очередь с применением волоконно-оптических технологий и элементной базы. Объектом исследования является фазовый модулятор волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера. Представлены результаты разработки и методика тестирования фазового модулятора пьезоэлектрического типа. Использование современной оптико-электронной элементной базы предоставила возможность осуществить функциональную оптимизацию измерительного и опорного каналов волоконно-оптического интерферометра.

Abstract. The development and improvement of interferometry methods can currently be characterized by a transition to a higher quality level, primarily related to the use of fiber-optic technologies and an element base. The object of the study is an optoelectronic system of a fiber-optic interferometer. The results of the development of an optoelectronic system of a Mach-Zehnder fiber-optic interferometer with a piezoelectric type phase modulator are presented. Using a modern element base, functional optimization of the measuring and reference channels of the fiber-optic interferometer has been carried out.

Ключевые слова: волоконно-оптический интерферометр, фазовый модулятор; одномодовое волокно; пьезоэлемент кольцевого типа.

Key words: fiber-optic interferometer, phase modulator; single-mode fiber; piezoelectric ring type element.

Введение

Развитие и совершенствование методов интерферометрии в настоящее время можно охарактеризовать переходом на более качественный уровень, связанный в первую очередь с применением волоконно-оптических технологий и элементной базы. [1,2]. Данное обстоятельство позволяет существенно повысить эксплуатационную эффективность оптико-электронных систем классических интерферометров, таких как интерферометры Маха-Цендера, Фабри-Перо, Майкельсона, Физо, Саньяка, и также осуществлять разработку их оптоволоконных аналогов, которые отличаются гораздо более высокими технико-эксплуатационными параметрами [3]. Волоконно-оптические интерферометры различного типа достаточно широко используются в технологии высокоточного контроля для регистрации и измерения целого ряда параметров в таких процессах, как:

- дефектоскопия материалов изделий;
- деформации общего характера в различных направлениях;
- низкочастотная и высокочастотная вибрация;
- регистрация акустических колебаний;
- регистрация изменений температуры и давления и т.п [4,5].

Основная часть

Волоконно-оптические интерферометры на одномодовых волокнах по своим технико-эксплуатационным характеристикам относятся к классу наиболее высокоточных средств измерений. В соответствии с принятой классификацией волоконно-оптические интерферометры на одномодовых волокнах можно рассматривать в виде датчика с фазовой модуляцией. Независимо от схемного решения оптико-электронной системы в конструкции волоконно-оптического интерферометра фазовым модулятором является непосредственно оптическое волокно, которое представляет собой измерительный (рабочий) канал интерферометра. В этом измерительном (рабочем) канале на одномодовое волокно оказывается характерное воздействие (деформационное, температурное и т.п.), которое в зависимости от функционального назначения интерферометра, подлежит измерению. Величина численного изменения регистрируемого параметра характерного воздействия сопровождается соответствующим изменением плотности и размера оптической среды одномодового волокна, что в свою очередь, приводит незначительному изменению фазы электромагнитной волны в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра в виде [1]:

$$\delta\varphi_s = \delta \left(\frac{2\pi n_s l_s}{\lambda} \right) = \frac{2\pi}{\lambda} (\delta n_s l_s + \delta l_s n_s), \quad (1)$$

где n_s – показатель преломления исследуемой среды, измеряемый на длине волны λ ; l_s – геометрическая длина пути световой волны в исследуемой среде. В процессе фотодетектирования на выходе волоконно-оптического интерферометра регистрируется интенсивность суммарного электромагнитного излучения, прошедшего через измерительный (рабочий) и опорный канал. Изменение интенсивности суммарного электромагнитного излучения носит интерференционный характер и зависит от разности фаз оптических волн, прошедших через измерительный (рабочий) и опорный канал интерферометра.

Таким образом, при разработке конструкции и оценки эффективности работы волоконно-оптического интерферометра необходимо разработать методику тестирования на основе анализа результатов амплитудно-частотной характеристики фазового модулятора.

Объектом исследования является фазовый модулятор волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

Цель работы состоит в функциональной оптимизации оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера с фазовым модулятором пьезоэлектрического типа. Для достижения данной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- анализ и характеристика элементов современной оптико-электронной элементной базы, предназначенной для разработки модели волоконно-оптических интерферометров;
- разработка и функциональная оптимизация измерительного (рабочего) канала оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера;
- разработка методики сборки и тестирования фазового модулятора пьезоэлектрического типа волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

В качестве источника излучения в конструкции экспериментальной установки используется лазер серии Cobolt Samba. Излучатели данной серии представляют собой твердотельные лазеры с диодной накачкой. Генерация лазерного излучения осуществляется в непрерывном режиме на длине волны равной 532 нм с выходной мощностью 100мВт. Управление режимом излучения осуществляется при помощи контроллера с программным обеспечением Cobolt Monitor software. К характерным особенностям данного типа лазеров, которые обеспечивают эффективность его работы, можно отнести следующие:

- одночастотный, спектральная ширина линии <1 МГц;
- высокое качество луча, TEM₀₀ M₂ <1.1 ;

- низкий шум, среднее значение $<0.1\%$;
- прочный, герметичный корпус;
- отсутствие чувствительности к оптическим обратным связям;

Функциональная схема волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера показана на рисунке 1.

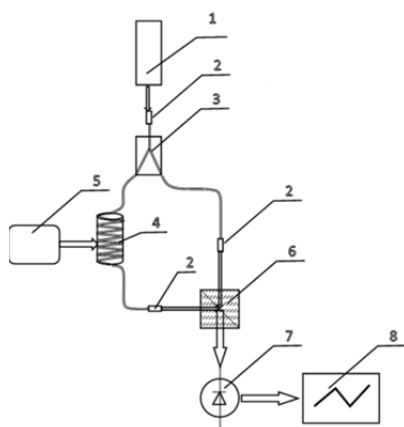


Рисунок1- Функциональная схема волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера

- 1-одночастотный DPSS лазер серии Cobolt Samba 532 нм;
 2- коллиматор типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package;
 3- волоконно-оптический разветвитель типа PS-102-A3-9B15-SA PLC сплиттер, 1x2, гильза;
 4- фазовый модулятор в виде катушки одномодового волокна на корпусе цилиндра пьезоэлектрического преобразователя;
 5- генератор DG4162;
 6- куб-призма;
 7- фотодетектор типа PDA 36A-EC Si Amplified detector 350-1100nm;
 8- осциллограф типа RTB 2004 digital oscilloscope 2.5GSa/s

Коннекторы на входном и выходном кабелях оснащены коллиматорами типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package для обеспечения эффективного ввода и коллимации выходного лазерного излучения.

Корпус данного PLC сплиттера представляет собой металлическую трубу прямоугольного сечения. Размер корпуса: 50*7*4 мм.

В сплиттере PS-102-A3-9B15-SA используется одномодовое волокно типа G.652 (тип SF – Standard Fiber) с нулевым положением дисперсии на длине волны 1310 нм., диаметром 0,9 мм, длиной 1,5м. Выходные кабели волоконно-оптического разветвителя образуют соответственно опорный и измерительный (рабочий) канал волоконно-оптического интерферометра. Одномодовое оптическое волокно измерительного канала оформлено в виде многовитковой катушки с однорядной намоткой на корпусе цилиндрической поверхности пьезоэлектрического преобразователя 4. При возбуждении пьезоэлемента генератором сигналов 5 габариты цилиндрической поверхности изменяются в радиальном направлении, что приводит к деформации одномодового оптического волокна в измерительном (рабочем) канале волоконно-оптического интерферометра. Характер данного воздействия на одномодовое оптическое волокно вызывает его периодическое удлинение в зоне контакта с поверхностью пьезоэлемента, что в свою очередь, приводит к изменению фазы электромагнитной волны в соответствии с зависимостью (1). Расходимость лазерного излучения на выходе измерительного и опорного каналов корректируется за счет использования коллиматоров типа F280APC-532 FC/APC Fiber Collimation Package для формирования плоских волновых фронтов. Пространственное совмещение волновых фронтов электромагнитных волн измерительного и опорного каналов осуществляется при помощи куб-призмы (светоделиителя) 6. Таким образом, в области пространственного совмещения (суперпозиции) волновых фронтов электромагнитных волн измерительного и опорного каналов следует ожидать возникновение интерференционной периодической структуры в виде полос конечной ширины. Регистрация изменения интенсивности интерференционной структуры, возникающей в результате фазовой модуляции осуществляется фотодетектором типа PDA 36A-EC Si Amplified detector 350-1100nm 7 с выводом записи на осциллограф типа RTB 2004 digital oscilloscope 2.5GSa/s 8.

Конструкция фазового модулятора волоконно-оптического интерферометра представляет собой многовитковую катушку из одномодового волокна типа G.652 (тип SF – Standard Fiber) с нулевым положением дисперсии на длине волны 1310 нм. Однорядная намотка оптического волокна состоит из XXX витков и выполнена на корпусе керамического пьезоэлемента кольцевого типа с радиальным направлением поляризации. Для изготовления пьезоэлемента кольцевого типа, применяемого в конструкции фазового модулятора, обычно ис-

пользуются пьезокерамические материалы на основе твердых растворов титаната свинца (с условным обозначением ЦТС или PZT в англоязычной версии), так как они характеризуются наиболее оптимальными пьезоэлектрическими характеристиками. Возбуждение пьезоэлемента осуществляется при подаче переменного напряжения различной частоты и амплитуды от генератора сигналов произвольной формы типа DG4162. Характер возбуждения проявляется в виде радиальных колебаний внешней поверхности пьезоэлемента с заданной частотой, что в свою очередь, приводит к деформации одномодового оптического волокна. Для повышения эффективности работы фазового модулятора необходимо обеспечить качественное сопряжение и фиксацию одномодового оптического волокна с внешней поверхностью пьезоэлемента. С этой целью намотка оптического волокна на внешнюю цилиндрическую поверхность пьезоэлемента осуществлялась в специальном приспособлении с усилием 40-50Н и фиксировалось при помощи мини-струбины. Общая длина одномодового оптического волокна, находящегося в зоне деформации, составляет 4,71 метров. Общий вид конструкции фазового модулятора на базе керамического пьезоэлемента кольцевого типа показан на рисунке 2.

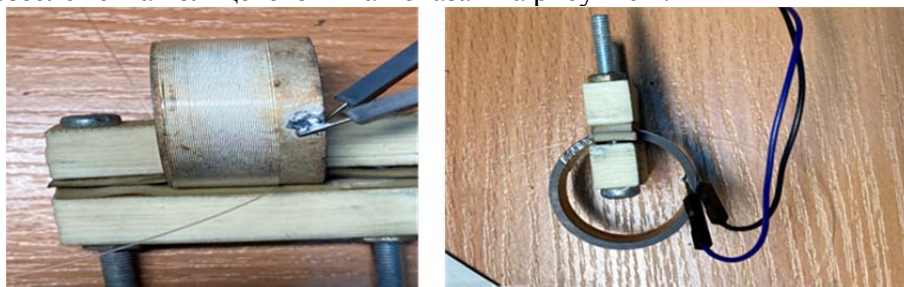


Рисунок 2 - Общий вид конструкции фазового модулятора на базе керамического пьезоэлемента кольцевого типа

Технические характеристики керамического пьезоэлемента кольцевого типа

- внешний диаметр 30,0мм;
- внутренний диаметр 26,0 мм;
- высота 20,0 мм.

Заключение

В соответствии с поставленной целью и задачами основные результаты данной работы можно сформулировать следующим образом:

- выполнен анализ функционального назначения элементов современной оптико-электронной элементной базы, предназначенной для разработки модели волоконно-оптических интерферометров;
- разработана схема функциональной оптимизации измерительного канала оптико-электронной системы волоконно-оптического интерферометра Мах-Цендера;
- разработана методика сборки и тестирования фазового модулятора пьезоэлектрического типа волоконно-оптического интерферометра Маха-Цендера.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бутусов, М.М. Волоконная оптика и приборостроение / М.М. Бутусов, С.Л. Галкин, С.П. Орбинский, Б.П. Пал. - Л.: Машиностроение, 1987. - 328 с.
2. Бусурин, В.И. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения / В.И. Бусурин, Ю.Р. Носов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 256с.
3. Шиккульская, О.М. Расчет чувствительности элементов с распределенными параметрами / О.М. Шиккульская, Л.А. Плешакова. //Авиакосмическое приборостроение. – 2006. - №11. – С. 17-18.
4. Шиккульская, О.М. Анализ волоконно-оптических датчиков, используемых в интеллектуальных системах / О.М. Шиккульская, Л.А. Плешакова. // Информационные технологии в образовании, технике и медицине. Сб. материалов Международн. науч. конф.: В. 3 т. Т.2. Волгоград. - 2004. – С. 27-32
5. Удд, Эрик Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. / Эрик Удд. – Москва: Техносфера, 2008. - 520 с

УДК 331

Калинина Виктория Витальевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kalinina Victoria Vitalievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ:

ОБЗОР НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ОФИСНЫХ РАБОТНИКОВ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

PREVENTION OF OCCUPATIONAL DISEASES: AN OVERVIEW OF THE MOST COMMON DISEASES IN OFFICE WORKERS AND WAYS TO PREVENT THEM

Аннотация. В данной работе исследуется проблема профессиональных заболеваний, распространенных среди офисных работников, с целью выявления их причин и разработки эффективных методов профилактики. Рассматриваются такие заболевания, как болезни опорно-двигательного аппарата, синдром сухого глаза, синдром запястного канала и психоэмоциональные расстройства. На основе проведенного анализа выявлены основные факторы возникновения этих заболеваний и предложены практические рекомендации по организации рабочего места, проведению регулярных перерывов, укреплению мышц, правильному освещению и поддержанию водного баланса, также очень важна психологическая поддержка для снижения уровня стресса. Рекомендации направлены на улучшение условий труда и повышение качества жизни сотрудников в офисной среде.

Abstract. This paper examines the problem of occupational diseases common among office workers in order to identify their causes and develop effective prevention methods. Diseases such as diseases of the musculoskeletal system, dry eye syndrome, carpal tunnel syndrome and psychoemotional disorders are considered. Based on the analysis, the main factors of these diseases have been identified, and practical recommendations have been proposed for workplace organization, regular breaks, muscle strengthening, proper lighting and maintaining water balance, as well as psychological support to reduce stress levels. The recommendations are aimed at improving working conditions and improving the quality of life of employees in the office environment.

Ключевые слова: заболевания, офисные работники, условия труда, болезни опорно-двигательного аппарата, синдром сухого глаза, синдром запястного канала и психоэмоциональные расстройства

Keywords: diseases, office workers, working conditions, musculoskeletal disorders, dry eye syndrome, carpal tunnel syndrome, and psychoemotional disorders.

Введение

Целью данной статьи является исследование наиболее распространенных профессиональных заболеваний среди офисных работников, выявление их причин и разработка эффективных методов профилактики. В рамках исследования будет проведен анализ существующих данных о распространенности профессиональных заболеваний, а также рассмотрены практические рекомендации по улучшению условий труда [1, 2].

Степень изученности темы достаточно высока: существует множество исследований, посвященных влиянию офисной работы на здоровье сотрудников. Тем не менее, многие исследования сосредоточены на узких аспектах проблемы или ограничиваются теоретическими выводами. Объединим имеющиеся знания и представим целостный подход к профилактике профессиональных заболеваний в офисной среде.

Основная часть

Как на любом производстве, так и в административных зданиях работают люди, подверженные различным заболеваниям.

Профилактика профессиональных заболеваний у офисных работников направлена на предотвращение воздействия вредных факторов рабочей среды, которые провоцируют заболевания опорно-двигательного аппарата, верхних дыхательных путей и снижение остроты зрения. Важно учитывать, что работа в офисе может стать причиной заболевания, но отнести его к профессиональным или нет решает комиссия по расследованию профзаболеваний.

Весь широкий диапазон заболеваний можно разбить на группы.

Наиболее распространенные заболевания [3]:

1. Заболевания опорно-двигательного аппарата.

К сожалению, в первую очередь повышенная занятость за компьютером ударяет по основной системе организма – опорно-двигательной. Долгое нахождение в одной и той же позе вызывает нарушение осанки и гиподинамию. От этого появляются боли в шейно-воротниковой зоне, грудной, поясничной частях спины, костно-суставном аппарате. Риск развития артроза и варикоза при этом увеличивается многократно.

2. Ксерофтальмия - сухость роговицы и конъюнктивы глаза, возникающая из-за нарушения слезоотделения. Длительный взгляд в монитор компьютера приводит к тому, что глаза перестают моргать в должной мере. Соответственно, элементы органа зрения (роговица, радужка, зрачок и т.д.) остаются сухими. Отсюда зуд, покраснение.

3. Карпальный туннельный синдром или синдром запястного канала появляется из-за применения устройств управления компьютером, известном как «мышка», что влечет к фиксации кистей рук в одном положении. Соответственно, нарушается кровообращение, сдавливаются нервы, отсюда возникают парестезии.

4. Психоэмоциональные нарушения.

Занятость за компьютером предполагает умственный труд, повышенную сосредоточенность. Мозг под нагрузкой может начать сбоить, выдавая тревожные и депрессивные особенности. В условиях ограниченных сроков повышается стресс.

На сегодняшний день применяются методы профилактики возникновения вышеперечисленных заболеваний [4,5] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Профилактика профессиональных заболеваний

Рекомендуется обеспечить работнику комфортное рабочее место. Учет условий эргономики позволит снизить риск неудобного положения тела в пространстве офиса. Комфортная офисная мебель улучшает здоровье сотрудников.

Регламентированные перерывы для отдыха и зарядки. Каждые полчаса или час необходимо встать из-за рабочего стола, пройтись, произвести растяжку мышц спины, шеи. Не забывайте о гимнастике для глаз, их мышцы также требуют укрепления для полноценной здоровой жизни.

Спортивное воспитание. Стремление к здоровому образу жизни помогает достичь нужных характеристик организма. Укрепление мышц опорно-двигательной системы снижает боли в шее, спине, суставах.

Комфортное освещение рабочего места. Достаточная освещенность рабочего места снижает напряжение глаз и мозга. При этом полезно совмещенное освещение: солнечный свет проникающий через окна, свет от искусственных источников света (общее и местное освещение).

Требуется достаточный питьевой и пищевой режимы. Пить небольшими глотками через равные промежутки времени, в этом случае вода усваивается медленно, насыщая организм. Пить чуть теплую воду, оптимальная температура воды равна температуре тела.

Пищевой режим также важен, так как правильное питание обеспечивает нормальную работу и здоровье организма

Заключение

Таким образом, результаты работы подтверждают актуальность темы и подчеркивают необходимость комплексного подхода к улучшению условий труда офисных работников. Реализация предложенных рекомендаций может значительно снизить риск возникновения профессиональных заболеваний и повысить качество жизни сотрудников в офисной среде. Данное исследование может стать основой для дальнейших исследований в этой области и помочь работодателям создать более здоровую рабочую атмосферу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ромейко, В. Л. Основы безопасности труда в техносфере : учебник / В.Л. Ромейко, О.П. Ляпина, В.И. Татаренко ; под ред. В.Л. Ромейко. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 351 с.
- Смирнова, Е. А. Влияние офисной работы на здоровье сотрудников/ Е. А. Смирнова// Журнал охраны труда, 12(3), 2021. – С. 45–50.
2. Кузнецова, И. В. Профилактика профессиональных заболеваний у офисных работников/ И. В. Кузнецова // Издательство "Наука". – Москва, 2020
3. Ефремова, О.С. Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них / О.С. Ефремова. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 304 с.
4. Каменская, Е. Н. Безопасность жизнедеятельности и управление рисками: учебное пособие / Е.Н. Каменская. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. – 251 с.
5. Ефремова, О.С. Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них / О.С. Ефремова. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 304 с.

УДК 667.637.64

Кононов Дмитрий Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kononov Dmitry Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЭМУЛЬСИОННЫХ КРАСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

CLASSIFICATION OF WATER-BASED PAINTS USED IN CONSTRUCTION

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды водозэмульсионных красок, применяемых в строительстве, их состав, свойства и области применения. Приведена классификация по типу связующего компонента, а также по функциональным особенностям применения. Особое внимание уделено преимуществам водозэмульсионных красок перед другими лакокрасочными материалами.

Abstract. This article discusses the main types of water-based paints used in construction, their composition, properties and applications. The classification is given by the type of binder component, as well as by the functional features of the application. Special attention is paid to the advantages of water-based paints over other paint and varnish materials.

Ключевые слова: вододисперсионные краски, классификация, строительство, отделочные материалы.

Keywords: water-based paints, classification, construction, finishing materials.

Введение

Вододисперсионные краски занимают ведущее место среди современных лакокрасочных материалов, применяемых в строительстве и отделочных работах. Их популярность обусловлена экологичностью, простотой нанесения, отсутствием резкого запаха и высокой адгезией к различным поверхностям. В отличие от традиционных масляных и алкидных красок, вододисперсионные составы изготавливаются на водной основе, что делает их более безопасными для здоровья человека и окружающей среды.

Современный рынок предлагает широкий ассортимент вододисперсионных красок, различающихся по составу, свойствам и сфере применения. Знание их классификации позволяет выбрать оптимальный материал для конкретных условий эксплуатации – будь то внутренняя отделка, фасадные работы или декоративное покрытие.

Актуальность темы обусловлена растущим спросом на безопасные и долговечные отделочные материалы, а также необходимостью понимания различий между разновидностями вододисперсионных красок для их правильного применения.

Основная часть

Вододисперсионные краски широко применяются в строительстве благодаря своей экологичности, простоте нанесения и быстрому высыханию. Они состоят из воды, полимерных связующих, пигментов и добавок, улучшающих их свойства, от чего и получили своё название. В зависимости от состава и назначения вододисперсионные краски делятся на несколько видов. Перечень данных характеристик представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема видов вододисперсионной краски

Вододисперсионные краски находят широкое применение в различных сферах строительства и отделки благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам. Основные направления использования включают:

Интерьерная отделка.

- Покраска стен и потолков в жилых, коммерческих и общественных помещениях
- Отделка учебных и медицинских учреждений (включая детские сады и больницы)
- Декорирование поверхностей с требованием частого обновления

Фасадные работы.

- Защитно-декоративная отделка минеральных оснований (бетон, кирпич, штукатурка)
- Реставрация исторических зданий (силикатные составы)
- Покраска в условиях повышенной влажности (акриловые и силиконовые модификации)

Специализированные применения.

- Огнезащитные покрытия (с добавлением антипиренов)
- Антикоррозионная защита металлоконструкций (специальные составы)
- Создание текстурных и фактурных покрытий

Строительный сектор остается основным потребителем вододисперсионных составов, где они покрывают около 70% всех малярных работ. В жилищном строительстве преобладает использование акриловых модификаций (48% рынка), особенно при отделке фасадов (62% случаев) и внутренних работ в новостройках. Латексные составы, занимающие 28% рынка, нашли основное применение в помещениях с повышенной влажностью - их доля в отделке ванных комнат и кухонь достигает 85%.

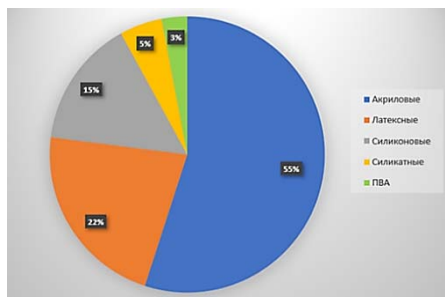


Рисунок 2 – Диаграмма используемых вододисперсионных красок

На рисунке 2 представлен график использования вододисперсионных красок в строительстве.

Международные сопоставления выявляют существенные различия в потреблении: если в Германии и США среднелюдное использование достигает 5,8-6,3 литра в год, то в России этот показатель пока не превышает 3,2 литра. Однако российский рынок отличается более высокой долей вододисперсионных красок в общем объеме лакокрасочных материалов (к примеру, 63% против 57% в Китае).

На 2023 год по статистике «Евростат» в мире насчитывается более 30 миллионов тонн вододисперсионной краски:

- Китай: 14.2 млн тонн
- Индия: 4.1 млн тонн
- Япония/Южная Корея: 3.3 млн тонн
- Германия: 3.8 млн тонн
- Россия: 2.5 млн тонн
- Франция/Италия: 2.1 млн тонн
- США: 4.0 млн тонн
- Канада/Мексика: 0.7 млн тонн
- Южная Америка: 0.9 млн тонн
- Ближний Восток/Африка: 0.5 млн тонн

В общих чертах вододисперсионные краски являются отличным выбором отделочного материала в строительстве. Связано это с тем, что они безопасны и экологичны, так как не содержат токсичных органических растворителей, в отличие от алкидных и эмалевых красок; практически не имеют запаха, что позволяет проводить работы без вреда для здоровья и комфорта. Они подходят для различных помещений в том числе: детских комнат, медицинских учреждений и помещений с повышенными требованиями к экологичности.

Вододисперсионные краски легко наносятся и быстро сохнут, легко очищаются с инструментов, долговечны и устойчивы так как не трескаются и не отслаиваются со временем, устойчивы к истиранию, имеют доступную цену и экономный расход за счёт хорошей наносимости и не требуют сложной подготовки поверхности.

Однако не смотря на все положительные качества нынешние составы вододисперсионных красок имеют проблему выцветания. Основной причиной выцветания является воздействие ультрафиолетового излучения:

Солнечный свет, а точнее его ультрафиолетовая составляющая, обладает высокой энергией. Эта энергия разрушает химические связи в молекулах пигментов и в молекулах связующего, т.е. полимерной основы, которая скрепляет пигменты и образует пленку. Из-за этого пигменты теряют свою способность поглощать и отражать свет определенной длины волны, что и приводит к видимому изменению цвета. Связующее, разрушаясь, становится более хрупким и пористым, хуже защищает пигменты, что ускоряет процесс.

Катализатором данной проблемы выступают дешёвое сырьё. Большинство вододисперсионных красок имеет в своём составе неорганические пигменты, которые в теории должны решать проблему выцветания, однако на практике, в попытках экономии краски делаются из низкосортных пигментов с низкой светостойкостью.

Проще говоря, выцветание вододисперсионной краски – это естественный процесс, но его скорость напрямую зависит от качества пигментов и связующего в её составе. Чтобы цвет оставался ярким долгие годы, необходимо выбирать краски, предназначенные для конкретных условий эксплуатации, и не экономить на качестве.

Заключение

Вододисперсионные краски представляют собой современный, технологичный и экологичный материал, занявший лидирующие позиции в строительной и отделочной сфере. Как показал анализ, их разнообразие обусловлено различиями в составе связующих компонентов, что определяет специфику применения каждого вида. Акриловые, латексные, силиконовые и минеральные вододисперсионные краски обладают уникальными характеристиками, позволяя подобрать оптимальное решение для любых условий – от влажных помещений до фасадных работ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Родин, А. В. Лакокрасочные материалы : справочник / А. В. Родин. – Санкт-Петербург : Профессия, 2018. – 432 с. – ISBN 978-5-93913-367-3.
2. Шепелев, А. М. Малярные и штукатурные работы : учеб. пособие / А. М. Шепелев, А. Е. Суржаненко. – Москва : Высшая школа, 2018. – 415 с. – ISBN 978-5-06-005789-4.
3. Голубева, В. А. Технология лакокрасочных покрытий : монография / В. А. Голубева. – Москва : Химия, 2020. – 320 с. - ISBN 978-5-9221-1567-2.
4. Eurostat. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat> (дата обращения: 20.06.2025).
5. СП 71.13330.2017 "Изоляционные и отделочные покрытия" : актуализир. ред. СНиП 3.04.01-87 / Минстрой России. – Москва : ФАУ "ФЦС", 2017. – 64 с.

УДК 624.193.4

Коршунова Ирина Сергеевна, Старший преподаватель, Российский Университет Транспорта
Korshunova Irina Sergeevna, Senior Lecturer, Russian University of Transport

Пинаев Егор Станиславович, студент, Российский Университет Транспорта
Pinaev Egor Stanislavovich, student, Russian university of Transport

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТЮБИНГОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF THE TECHNOLOGY OF USING REINFORCED CONCRETE TUBINGS IN THE CONSTRUCTION OF METRO TUNNELS

Аннотация. Данная статья посвящена анализу современных тенденций модернизации железобетонных тюбингов для тоннелей метрополитенов; рассматриваются ключевые направления совершенствования: применение фибробетона для оптимизации армирования, внедрение BIM-технологий управления жизненным циклом, автоматизация производства и совершенствование систем герметизации. Особое внимание уделено сравнительному анализу прочностных характеристик материалов. Показано, что комплексное внедрение современных решений позволяет существенно повысить долговечность, надежность и безопасность конструкций при снижении затрат на строительство и эксплуатацию.

Abstract. This article is devoted to the analysis of modern trends in the modernization of reinforced concrete tunnel linings for metro tunnels; key areas of improvement are considered: the use of fiber concrete for the optimization of reinforcement, the introduction of BIM technologies for life cycle

management, automation of production and improvement of sealing systems. Special attention is paid to the comparative analysis of the strength characteristics of materials. It is shown that the integrated implementation of modern solutions allows to significantly increase the durability, reliability and safety of structures while reducing construction and operation costs.

Ключевые слова: тубинги, тоннели метрополитена, фибробетон, BIM-технологии, автоматизация производства, герметизация, долговечность, эксплуатационная безопасность.

Key words: tubings, metro tunnels, fiber concrete, BIM technologies, production automation, sealing, durability, and operational safety.

Введение

Тюбинговая обделка служит основным конструктивным элементом тоннелей метрополитенов, обеспечивая их устойчивость, долговечность и безопасность эксплуатации. Однако традиционные железобетонные тубинги обладают рядом существенных недостатков: большая масса, высокая трудоемкость монтажа, склонность к коррозии арматурного каркаса и потенциальная вероятность протечек [1]. Современные тенденции модернизации направлены на комплексное улучшение эксплуатационных характеристик через внедрение инновационных материалов, цифровых технологий и автоматизации производства. Эти решения позволяют перейти от массового типового изготовления к созданию высокотехнологичных изделий с повышенной надежностью и прогнозируемыми свойствами и поведением [2]. В данной статье анализируются ключевые направления модернизации, включая применение фибробетона для оптимизации армирования, внедрение BIM-технологий для управления жизненным циклом, автоматизацию и роботизацию производства, и совершенствование соединений для повышения скорости монтажа и общей стойкости тоннельной конструкции.

Основная часть

Наиболее значимой тенденцией в модернизации тюбинговой обделки (рисунок 1) является переход от классического железобетона к высокоэффективному фибробетону. Этот переход обусловлен необходимостью повышения долговечности и снижения эксплуатационных расходов. Традиционные железобетонные тубинги подвержены коррозии арматуры (рисунок 2) из-за проникновения влаги через микропоры бетона, что приводит к прогрессирующей деградации конструкции. Фибробетон использует дисперсное армирование стальными или синтетическими волокнами, создающими трехмерный армирующий каркас. Это значительно повышает сопротивление образованию и раскрытию трещин, обеспечивая долговременную водонепроницаемость. Материал также обладает высокой ударной вязкостью, снижая риск повреждений при перевозке, монтаже и эксплуатации [3,4].



Рисунок 1 – Внешний вид Железобетонного тубинга [6]

Технологические преимущества включают упрощение производства за счет исключения трудоемких операций с арматурными каркасами и снижение массы изделий на 10-20%. Это облегчает логистику и монтаж, сокращая сроки и стоимость строительства. Сравнительные испытания демонстрируют существенное превосходство фибробетона над традиционным железобетоном по ключевым прочностным показателям:

1. Прочность на растяжение при изгибе: Фибробетон показывает увеличение показателя на 25-40% по сравнению с обычным бетоном. Для сталефибробетона марки СФБ-40 значение достигает 6,5 МПа против 4,7 МПа у бетона класса В35 [3].

2. Ударная вязкость: Энергопоглощение при ударном воздействии возрастает в 5-9 раз. Испытания по методу Шарпи показывают увеличение работы разрушения с 0,8-1,2 кДж/м² до 4,5-7,8 кДж/м².

3. Сопротивление сжатию после трещинообразования: Фибробетон сохраняет до 75% прочности на сжатие после образования трещин шириной 0,5 мм, тогда как обычный бетон теряет более 50% несущей способности.

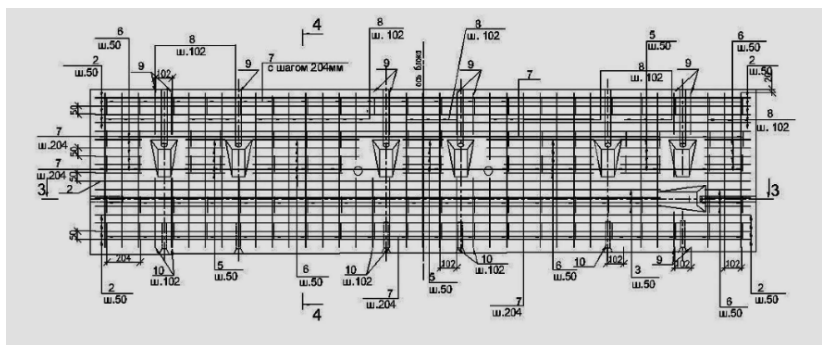


Рисунок 2 – Схема армирования Железобетонного тунинга [7]

Параллельно с материаловедческими инновациями происходит цифровая трансформация отрасли через внедрение технологий информационного моделирования (BIM). BIM представляет собой принципиально новый подход к управлению жизненным циклом строительных объектов, при котором тоннель проектируется как комплекс взаимосвязанных интеллектуальных элементов. Каждый тунинг становится цифровым активом, содержащим полную информацию о своих характеристиках и местоположении в конструкции. На этапе проектирования BIM позволяет проводить детальные расчеты нагрузок и оптимизировать геометрию элементов. Технология цифровых двойников, реализуемая через RFID-метки и QR-коды, обеспечивает сквозное отслеживание каждого тунинга от производства до монтажа. Это исключает ошибки сборки и повышает точность строительства. После ввода объекта в эксплуатацию BIM-модель становится основой системы управления активами [5]. Интеграция данных диагностики и мониторинга позволяет перейти к обслуживанию по фактическому состоянию, прогнозировать необходимость ремонтов и оптимизировать эксплуатационные расходы, значительно повышая безопасность и долговечность тоннельных конструкций.

Обеспечение высокого и стабильного качества современных тунингов, особенно из фибробетона, требует широкой автоматизации производства. Современные заводы представляют собой высокотехнологичные предприятия, где ключевые операции выполняются роботами-манипуляторами и автоматизированными комплексами. Роботизированное производство гарантирует идеальную геометрию изделий, что критически важно для обеспечения плотного прилегания тунингов в собранном кольце. Роботы с высочайшей точностью выполняют операции по нанесению смазки, установке арматурных каркасов и дозированию фибры, обеспечивая равномерное распределение материала в бетонной смеси. Процесс виброуплотнения контролируется автоматикой, определяющей оптимальные параметры для удаления воздушных пустот. Термо-влажностная обработка в автоматизированных камерах позволяет строго контролировать температуру и влажность, обеспечивая быстрое и равномерное твердение бетона. Это не только сокращает производственный цикл с недель до часов, но и гарантирует идентичные механические характеристики каждой партии, практически исключая производственный брак и человеческие ошибки.

Также стоит отметить, что эволюционируют и материалы для герметизации. Традиционные прокладки из материалов на основе битума или простой резины активно замещаются

современными высокотехнологичными решениями. На первый план выходят прокладки из этилен-пропилен-диенового каучука (EPDM), обладающие выдающейся долговечностью, устойчивостью к старению, окислению и широкому диапазону температур. Наиболее продвинутой технологией являются гидроактивные полиуретановые герметики. Эти составы обладают уникальным свойством: при контакте с грунтовой влагой они целенаправленно и контролируемо расширяются в объеме, заполняя малейшие неплотности, пустоты и зазоры, возникшие из-за неточностей производства или монтажа. Этот эффект "самозалечивания" обеспечивает гарантированную и долговременную герметичность стыка даже в условиях постоянных вибраций от движения поездов, неизбежных микросмещений конструкции и значительного гидростатического давления. Также стоит отметить, что огнестойкость ж/б тубингов – ключевое преимущество для безопасности тоннелей. Бетон, как негорючий материал с низкой теплопроводностью, защищает арматуру от нагрева. Однако при высоких температурах возможно отслоение бетона (спаллинг). Для повышения стойкости используют добавки в бетон (полипропиленовая фибра) и огнезащитные покрытия.

Заключение

Проведенный анализ свидетельствует о наличии устойчивых тенденций модернизации производства и применения железобетонных тубингов в тоннелестроении. Переход на фибробетон с дисперсным армированием позволяет значительно повысить прочностные характеристики, трещиностойкость и долговечность конструкций, одновременно упрощая технологический процесс и снижая массу изделий. Помимо этого, внедрение BIM-технологий и систем цифровых двойников обеспечивает сквозное управление жизненным циклом тубингов – от проектирования и производства до монтажа и эксплуатационного мониторинга. Это позволяет перейти от планового обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию, прогнозировать необходимость ремонтов и оптимизировать эксплуатационные расходы. Также стоит обязательно отметить, что широкая автоматизация и роботизация производственных процессов гарантируют высочайшее и стабильное качество изделий, исключая человеческий фактор и значительно сокращая производственный цикл. Совершенствование систем герметизации на основе современных материалов (EPDM, гидроактивные полиуретаны) обеспечивает надежную и долговременную защиту от протечек даже в сложных условиях эксплуатации. Подводя итог можно сказать, комплексное применение рассмотренных инновационных решений позволяет создавать высокотехнологичные, надежные и экономически эффективные тоннельные конструкции, отвечающие современным требованиям безопасности, долговечности и устойчивости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Захаров, А.С. Тубинги тоннельной обделки: проектирование, производство, монтаж : монография / А.С. Захаров, В.П. Никитин, Е.Р. Соколов. – СПб. : Лань, 2019. – 312 с.
2. Повышение экономической эффективности железобетонных конструкций / Н. Г. Келасьев, Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2025. – № 6. – С. 32-38. – DOI 10.33622/0869-7019.2025.06.32-38. – EDN RTSCMM.
3. Травуш, В.И. Фибробетон в транспортном строительстве / под ред. В.И. Травуша. – М. : АСВ, 2018. – 224 с.
4. Федоров, В. С. Образование дефектов в железобетонных конструкциях при перевозке железнодорожным транспортом / В. С. Федоров, И. А. Терехов, А. М. Липатов // Строительство и реконструкция. – 2024. – № 1(111). – С. 129-138. – DOI 10.33979/2073-7416-2024-111-1-129-138. – EDN NUPHOL.
5. Условные обозначения (маркировка) строительных материалов и конструкций для информационного использования на всех этапах жизненного цикла / Н. Г. Келасьев, Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. – 2020. – № 3. – С. 124-130. – DOI 10.22337/2077-9038-2020-3-124-130. – EDN COVHSC.

УДК 72.012.6

Крапивный Роман Борисович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Krapivnyj Roman Borisovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, профессор, преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeny Olegovich, candidate of economic sciences, professor, teacher, Komsomolsk-na-Amure State University

ВИДЫ ФАСАДОВ TYPES OF FACADES

Аннотация. В данной статье анализируются основные разновидности фасадов, применяемых в современной архитектуре, а вдобавок их технические и декоративные стороны. Уделено внимание классификации фасадов по разным параметрам: материалу (стеклянные, кирпичный, деревянные, металлические, композитный), конструкции (вентилируемые навесные, нагруженные, монолитный) и стилю (современные, эклектичные, классические). Предоставлены основные плюсы и минусы разных видов фасадов, их воздействие на эффективность зданий и климатическое благополучие. Анализируются, кроме этого, актуальные направления в дизайне фасадов, содержащие применение современных ресурсов и методов, которые содействуют надежному строительству. Статья специализирована на архитекторов, проектировщиков и всех, кто заинтересован современным строительством и дизайном.

Abstract. This article analyzes the main types of facades used in modern architecture, as well as their technical and decorative aspects. Attention is paid to the classification of facades according to various parameters: material (glass, stone, wood, metal), structures (ventilated hinged, loaded,) and style (modern, eco-friendly, classic). The main advantages and disadvantages of different types of facades, their impact on building efficiency and climatic well-being are provided. The article also analyzes current trends in facade design, which include the use of modern resources and methods that contribute to reliable construction. The article is specialized for architects, designers and anyone who is interested in modern construction and design.

Ключевые слова: фасады, классификации, конструкции, строительство, дизайн.

Keywords: facades, classifications, constructions, construction, design.

Введение

Фасад здания – это лицо здания, но и ключевая часть, обуславливающий визуал архитектурного здания. Множество фасадов показывает разнообразие стилей, методик и материалов, применяемых в строительстве, что дает возможность сделать эксклюзивное обличие каждого здания. В последнее время разработка фасадов является вопросом тщательного анализа для архитекторов и дизайнеров, поскольку именно фасад может выделить уникальность здания, организовать энергоэффективность и сделать нужные условия для проживания.

В статье рассматриваются основные разновидности фасадов, их свойства и достоинства, а также текущие направления в их оформлении. Мы заметим, разнообразные материалы, цветовые решения и текстуры, которые могут повлиять на стиль и функционал здания, и какие современные технологии применяются для разработки актуальных фасадных структур.

Основная часть

Фасад – это внешняя оболочка здания, которая не только определяет его эстетический облик, но и выполняет множество функциональных задач. В зависимости от материала, конструкции и назначения фасадов существует несколько основных видов, которые могут быть использованы в строительстве. Классификация фасадов представлена в рисунке 1.

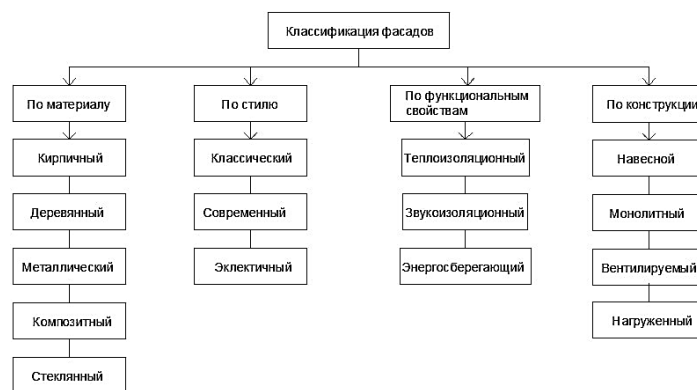


Рисунок 1 – Схема классификации фасадов

1. По материалу

Кирпичный фасад: сделан из кирпича и выделяется большой крепкостью и долговременностью. Он превосходно противодействует наружным влияниям и обладает стильным внешнем видом.

Деревянный фасад: применяют древесину как ключевой материал. Эти фасады интересны собственной естественной красотой, но ему необходимо регулярное ухаживание для защиты от влаги и вредителей.

Металлический фасад: производится из раз металлов, например, алюминий или сталь. Отличается большой прочностью и упорность к коррозии. Нередко применяется в новых зданиях.

Композитный фасад: содержит несколько видом материалов, например, комбинация в себе утеплителя и алюминия. Предоставляет хорошую теплоизоляцию и эстетические качества.

Стекланный фасад: применяется стекланные плиты, что дает возможность сотворить результат открытости и изящности. Как правило используется в бизнес-центрах и текущих жилых зданиях. Эффективность фасадов по материалу представлен в рисунке 2.

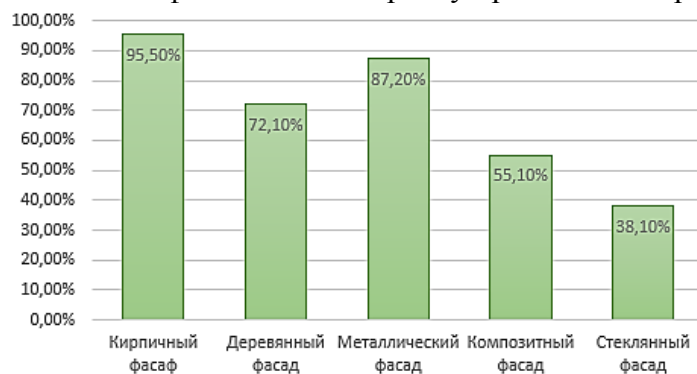


Рисунок 2 – График эффективности фасадов по материалу

2. По конструкции

Вентилируемый фасад: предоставляет натуральное проветривание, что предоставляет избавиться от нарастания влаги и формирование плесени. Включает в себя несколько слоев, отделку и изоляцию.

Монолитный фасад: производится из бетона, который создается напрямую на стройплощадке. Это гарантирует хорошую стойкость, однако дополнительная отделка улучшает внешний вид.

Система навесных фасадов: представляет собой структуру, где облицовочные панели цепляются к несущей конструкции. Эти фасады способствуют реализовать различные дизайнерские идеи, просто устанавливаются и снимается.

Нагруженный фасад – это компонент архитектурной и строительной структуры, который предполагает присутствие весомых перегрузок на внешнее конструкции здания. Эффективность фасадов по конструкции представлен в рисунке 3.

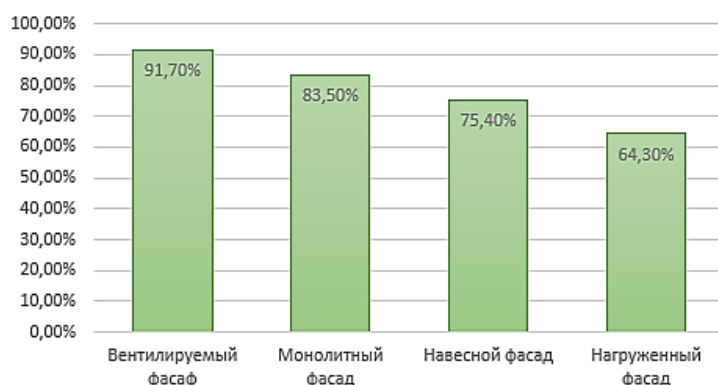


Рисунок 3 – График эффективности фасадов по конструкции

3. По стилю

Классический фасад: выделяется одинаковым внешним видом, колоннами и элементами декора, неповторяемый для исторических традиций.

Современный фасад: Простота, гладкие линии и применение передовых материалов. Основной акцент выделяется эффективностью и удобством.

Эклектичный фасад: сочетание различных эпох и стилей, возникает неповторимый образ здания. Эффективность фасадов по стилю представлен в рисунке 4.

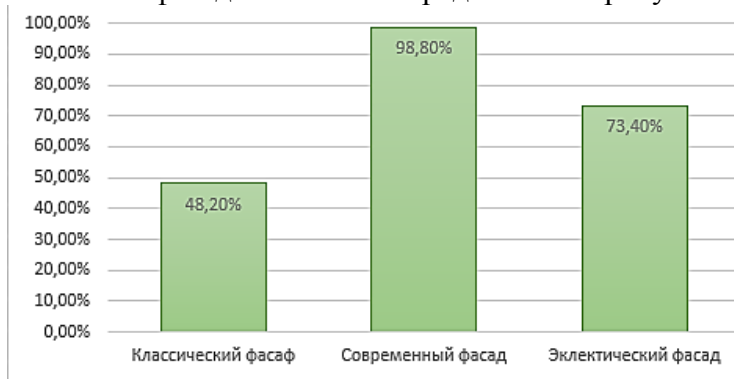


Рисунок 4 – График эффективности фасадов по стилю

4. По функциональным свойствам

Теплоизоляционные фасады: создаются с выраженной теплоизоляционным свойством, что дает возможность понизить расходы на обогревание.

Звукоизоляционные фасады: применяется в здании, находящихся в громких районах. Они используют специальные материалы, которые понижают показатель шума.

Фасады с энергосберегающим качеством: способны содержать солнечные батареи и особые покрытия, которые могут понизить энергозатраты. Эффективность фасадов по функциональным свойствам представлен в рисунке 5.

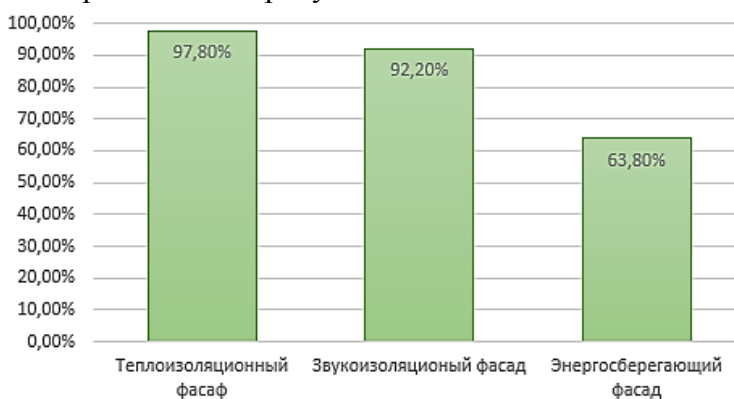


Рисунок 5 – График эффективности фасадов по функциональным свойствам

Заключение

Использование кирпичного фасада современного стиля с теплоизоляционными свойствами на Дальнем Востоке является рациональным и эффективным решением, что подтверждается следующими факторами:

Климатические условия
Эстетика и современный стиль
Долговечность и защита
Энергоэффективность и экономия

Для Дальнего Востока оптимален комбинированный вариант: несущая стена из газобетона или монолитного бетона + утеплитель + облицовочный кирпич (или клинкерная плитка под кирпич). Это обеспечит:

Прочность
Теплозащиту
Современный дизайн

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бадьин, Г. М. Справочник технолога-строителя / Г. М. Бадьин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. – 528 с. – ISBN 978-5-9775-0517-7.
2. Завражин, Н. Н. Производство отделочных работ в строительстве. Зарубежный опыт / Н. Н. Завражин, Г. В. Северинова, Ю. Е. Громов. – Москва : Стройиздат, 1987. – 310 с.
3. Канторер, С. Е. Организация и механизация строительства жилых зданий / С. Е. Канторер. – Москва : Госстройиздат, 1955. – 498 с.
4. Савельев, А. А. Отделка загородного дома / А. А. Савельев. – Москва : Аделант, 2009. – 120 с. – ISBN 978-5-93642-157-8.
5. Смирнов, В. А. Материаловедение. Отделочные работы : учебник / В. А. Смирнов, Б. А. Ефимов, О. В. Кульков [и др.]. – 2-е изд., перераб. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012. – 368 с. – ISBN 978-5-7695-8328-7.

УДК 930

Кувшинова Полина Михайловна, студентка; Kuvshinova Polina Mikhailovna

Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Komsomolsk-na-Amure State University

Гринкруг Наталья Владимировна, доцент, кандидат технических наук; Grinkrug Natalia Vladimirovna, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

ИСТОРИОГРАФИЯ ПАРКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКОВ В Г. КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ HISTORIOGRAPHY OF THE RAILWAY WORKERS PARK IN KOMSOMOLSK-NA-AMURE

Аннотация. Статья посвящена историографическому анализу исследований парка Железнодорожников в г. Комсомольск-на-Амуре. Целью работы является систематизация и критический анализ источников и научных публикаций, посвящённых истории формирования и развития данного объекта культурно-рекреационной инфраструктуры города. Предметом исследования выступает комплекс историографических источников, включающий архивные материалы, научные работы, публикации в периодической печати и документальные свидетельства о создании парка при Дворце культуры железнодорожников в 1960-е годы. В результате работы выявлены основные этапы историографического освещения темы, определены лакуны в исследовательском поле и намечены перспективы дальнейшего изучения истории парка как значимого элемента городской среды Комсомольска-на-Амуре.

Abstract. The article is devoted to the historiographical analysis of studies of the Zheleznodorozhnikov Park in Komsomolsk-na-Amure. The purpose of the work is to systematize and critically analyze sources and scientific publications devoted to the history of the formation and development of this object of the city's cultural and recreational infrastructure. The subject of the study is a complex

of historiographical sources, including archival materials, scientific works, publications in periodicals, and documentary evidence about the creation of the park at the Palace of Culture of the Railway Workers in the 1960s. As a result of the work, the main stages of historiographical coverage of the topic were identified, lacunae in the research field were determined, and prospects for further study of the history of the park as an important element of the urban environment in Komsomolsk-na-Amure were outlined.

Ключевые слова: историография, парк Железнодорожников, Комсомольск-на-Амуре, культурно-рекреационная инфраструктура, городская среда, Дворец культуры железнодорожников, архивные источники, советское градостроительство.

Keywords: historiography, Zheleznodorozhnikov Park, Komsomolsk-na-Amure, cultural and recreational infrastructure, urban environment, Palace of Culture of Zheleznodorozhnikov, archival sources, Soviet urban planning.

Введение

Парк Железнодорожников в г. Комсомольск-на-Амуре представляет собой значимый объект культурно-исторического наследия, отражающий особенности формирования городской среды в советский период. Актуальность исследования его историографии обусловлена несколькими факторами. Во-первых, возрастающим интересом к сохранению исторической памяти о промышленных городах Дальнего Востока и их социально-культурной инфраструктуре. Во-вторых, необходимостью систематизации разрозненных источников и публикаций, посвящённых истории парка, что позволит создать целостную картину его развития. В-третьих, современные процессы реконструкции и благоустройства городских парков требуют обращения к историческому опыту их создания и функционирования.

Целью данной работы является комплексный историографический анализ источников и исследований, посвящённых парку Железнодорожников, выявление основных этапов изучения темы, определение степени её научной разработанности и перспективных направлений дальнейших исследований.

Степень разработанности темы остаётся недостаточной. Существующие публикации носят преимущественно краеведческий и описательный характер, представлены в периодической печати и электронных ресурсах местных СМИ. Научные исследования, специально посвящённые истории парка, практически отсутствуют. Отдельные упоминания содержатся в работах по истории Комсомольска-на-Амуре, истории железнодорожного транспорта региона и исследованиях советской культурно-досуговой инфраструктуры. Архивные материалы, содержащие информацию о создании и развитии парка при Дворце культуры железнодорожников, требуют систематического изучения и введения в научный оборот. Таким образом, тема нуждается в серьёзной научной проработке на основе широкого круга источников.

Основная часть

Историографический анализ парка Железнодорожников в г. Комсомольск-на-Амуре невозможен без рассмотрения общего контекста формирования городской среды и социально-культурной инфраструктуры промышленного центра Дальнего Востока. Город, основанный в 1932 году как форпост индустриализации региона, с первых лет своего существования нуждался в создании объектов культурно-досугового назначения для многочисленного рабочего населения [1].

Первый этап историографии проблемы охватывает период 1930-1960-х годов и характеризуется преимущественно публицистическими и документальными источниками. В это время появляются первые упоминания о строительстве города, его промышленных предприятиях и социальной инфраструктуре в периодической печати [3]. Материалы газет «Комсомольская правда», «Сталинский Комсомольск» содержат информацию о жизни железнодорожников, строительстве культурных объектов. Однако специальных исследований, посвящённых паркам и зелёным зонам города, в этот период не создавалось. Документальные источники этого времени – протоколы партийных собраний, приказы по строительству, архивные материалы предприятий – составляют важнейшую базу для последующих исследований, хотя и остаются слабо систематизированными.

Второй этап (1960-1980-е годы) связан с периодом активного развития города и строительства крупных культурно-досуговых комплексов [2]. Именно в 1960-1963 годах был построен Дворец культуры железнодорожников на улице Чапаева, при котором был разбит парк. Это время характеризуется появлением первых краеведческих работ и юбилейных изданий, посвящённых истории Комсомольска-на-Амуре [4]. В работах этого периода парк Железнодорожников упоминается в контексте общего благоустройства города, развития культурно-массовой работы среди железнодорожников. Значительную ценность представляют воспоминания первостроителей и ветеранов железнодорожного транспорта, опубликованные в сборниках и местной прессе. Однако историографический анализ показывает, что специальных научных исследований, посвящённых именно паркам как объектам городской культуры, в этот период практически не велось.

Третий этап (1990-е – начало 2000-х годов) характеризуется переосмыслением советского наследия и появлением новых подходов к изучению истории города [5]. В этот период активизируется краеведческая работа, создаются музейные экспозиции, посвящённые истории предприятий и учреждений культуры. Появляются первые попытки систематизации информации о культурно-исторических объектах города, в том числе и о парках. Однако методологическая база исследований остаётся слабой, работы носят преимущественно описательный характер. Историография этого периода представлена главным образом публикациями в местных СМИ, краеведческими очерками, материалами юбилейных изданий, посвящённых предприятиям и организациям города [3].

Современный этап историографии (с 2000-х годов по настоящее время) отличается расширением источниковой базы исследований и появлением новых методологических подходов [1]. Активное развитие получают исследования по истории повседневности, городской культуры, социальной истории. Парки начинают рассматриваться не просто как объекты благоустройства, но как важные элементы городской среды, пространства социальной коммуникации и культурной идентичности. Значительную роль в сохранении исторической памяти играют электронные ресурсы – сайты библиотек, музеев, общественных организаций, где размещаются материалы по истории города [1, 4]. Особую ценность представляют фотоархивы и воспоминания жителей, публикуемые на краеведческих интернет-ресурсах.

Вместе с тем, историографический анализ выявляет существенные пробелы в изучении темы. Отсутствуют специальные монографические исследования, посвящённые истории парка Железнодорожников. Не проведён систематический анализ архивных документов железнодорожного узла и Дворца культуры железнодорожников, содержащих информацию о создании и развитии парка. Слабо изучены вопросы проектирования и благоустройства парка, его роли в культурной жизни железнодорожников и жителей города [2]. Недостаточно исследованы изменения в функционировании парка в постсоветский период, проблемы его современного состояния и перспективы развития.

Источниковая база по истории парка Железнодорожников представлена несколькими группами документов. Первую группу составляют архивные материалы предприятий и организаций: документы железнодорожного узла, Дворца культуры железнодорожников, городских органов власти. Вторую группу образуют материалы периодической печати – публикации в местных газетах разных лет [3]. Третья группа источников – это мемуары, воспоминания, устные свидетельства участников событий. Четвёртую группу составляют визуальные источники – фотографии, планы города, проектная документация [2]. Пятая группа – это современные электронные ресурсы, содержащие разнообразную информацию об истории города и его культурных объектов [1, 4, 5].

Таким образом, историографический анализ показывает, что история парка Железнодорожников в г. Комсомольск-на-Амуре изучена недостаточно. Существующие публикации носят преимущественно краеведческий характер и не образуют целостной научной концепции [5]. Перспективными направлениями исследований являются: комплексное изучение архивных источников, анализ роли парка в социально-культурной жизни города, исследование трансформации паркового пространства в различные исторические периоды, сравнительный анализ с другими парками города и региона.

Заключение

Проведённый историографический анализ источников и исследований, посвящённых парку Железнодорожников в г. Комсомольск-на-Амуре, позволяет сделать следующие выводы.

Систематизация публикаций и источников выявила четыре основных этапа историографии темы: начальный период 1930-1960-х годов с преобладанием публицистических материалов; период 1960-1980-х годов, связанный со строительством Дворца культуры железнодорожников и появлением первых краеведческих работ; этап 1990-х – начала 2000-х годов с переосмыслением советского культурного наследия; современный период с расширением методологической базы и источниковых возможностей. Каждый из этих этапов характеризуется специфическими подходами к изучению темы и типами источников.

Критический анализ историографии показал, что степень научной разработанности проблемы остаётся низкой. Отсутствуют специальные монографические исследования, посвящённые истории парка. Существующие публикации носят преимущественно краеведческий и описательный характер, не образуют целостной научной концепции. Архивные материалы железнодорожного узла и Дворца культуры железнодорожников требуют систематического изучения и введения в научный оборот.

Определены перспективные направления дальнейших исследований: комплексное изучение архивных источников, анализ роли парка в социально-культурной жизни города и железнодорожников, исследование трансформации паркового пространства в различные исторические периоды, сравнительный анализ с другими парками Комсомольска-на-Амуре и региона. Реализация этих направлений позволит создать целостную картину истории парка Железнодорожников как значимого элемента городской культурной среды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. История Комсомольска-на-Амуре // МУК «Городская Централизованная Библиотека». – URL: <https://www.kmslib.ru/kraevedenie/istoriya-komsomolska-na-amure>. (дата обращения 10.09.25)
2. Историческая застройка города // МУК «Городская Централизованная Библиотека». – URL: <https://www.kmslib.ru/dostoprimechatelnosti-komsomolska-na-amure/istoricheskaya-zastroyka-goroda>. (дата обращения 10.09.25)
3. Комсомольску – 90. Строки истории // Официальный сайт органов местного самоуправления г. Комсомольска-на-Амуре. – URL: <https://www.kmscity.ru/city/events/kms90/54486/>. (дата обращения 12.09.25)
4. Справка // Официальный сайт органов местного самоуправления г. Комсомольска-на-Амуре. – URL: <https://www.kmscity.ru/city/general/info/> (дата обращения 10.09.25)
5. Комсомольск-на-Амуре – история, достопримечательности, промышленность города // Знание России. – URL: <https://znanierussia.ru/articles/Комсомольск-на-Амуре>. (дата обращения 15.09.25)

УДК 628.87

Кукушкин Игорь Анатольевич, кандидат географических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kukushkin Igor Anatolyevich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ USING THE FACTOR OF NATURAL CONDITIONS TO ENSURING THE SAFE LIFE OF MILITARY PERSONNEL

Аннотация. В обеспечении безопасной жизнедеятельности военнослужащих важное значение имеет учёт особенностей воздействия природных условий. Не случайно перед значительными военными событиями, страны - вероятные участники боевых действий выявляют особенности климата, режим вод суши и моря, особенности биоценозов и т.д. В истории нашей страны имеются примеры правильной организации и ведения военных действий с

учётом особенностей влияния природных факторов, которые позволили не только сохранить жизни людей, но и одержать победу над врагами нашей Родины. Военно-медицинская география - наука, использующая естественнонаучные формы исследования, безусловно, одновременно является и разделом "Безопасной жизнедеятельности", так как обеспечивает трудоспособность как отдельной личности, так и представителей различных групп населения в наиболее экстремальных условиях деятельности людей. В статье приведены конкретные примеры учёта, прогноза, адаптации и использования природных условий для выполнения боевых задач при защите нашей Родины.

Abstract. In ensuring the safe life of military personnel, it is important to take into account the peculiarities of the impact of natural conditions. It is no coincidence that before significant military events, countries - likely participants in hostilities identify the features of the climate, the regime of land and sea waters, the features of biocenoses, etc. Military medical geography is a science that uses natural science forms of research, of course, at the same time it is also a section of "Safe life", since it provides the ability to work both of an individual and representatives of various groups of the population in the most extreme conditions of human activity. The article provides specific examples of accounting, forecasting, adapting and using natural conditions to perform combat missions in the defense of our Motherland.

Ключевые слова: Безопасная жизнедеятельность военнослужащих, воздействие природных условий, историческое краеведение, организация и ведение военных действий, патриотическое воспитание, условия выполнения боевых задач.

Keywords: Safe life of military personnel, impact of natural conditions, historical local history, organization and conduct of military operations, patriotic education, conditions for the performance of combat missions.

Введение.

Пушкин А.С. «Евгений Онегин», 10 глава. Оценка поэтом роли факторов в победоносном разгроме французских интервентов: «Гроза двенадцатого года настала – кто тут нам помог? Остервенение народа, Барклай, зима иль русский бог?». В современном понимании аспекты факторов можно обозначить так:

- 1) Патриотизм, стойкость, храбрость и мужество населения России;
- 2) Талант и боевое искусство полководцев и офицеров, профессиональная армия;
- 3) Природные условия, благоприятные и неблагоприятные природные явления, знание местности и умение использовать элементы ландшафта при выполнении приказа;
- 4) Неожиданные обстоятельства, природные ритмы и влияние стихий, везение и удача, чудеса и вера в правое дело – «И да поможет нам бог!».

Поэт приближает роль природных условий к влиянию высшей силы, поскольку они являются проявлением естественнонаучных законов и в соответствии с эффектом эмерджентности могут определить эффект перехода количества в качество – качество победы.

В данной статье, на примерах из истории Дальнего Востока, показана роль различных природных факторов в ведении боевых действий на территории и акваториях ДФО. Показаны различные варианты использования местных геоэкологических условий, природных объектов и явлений для достижения военных целей: разгрома врага, успешной обороны, организованного отступления для сохранения боеспособности военнослужащих и продолжения военных действий в более выгодных тактических условиях.

Использование информации о природных условиях какой-либо территории в военном деле может быть представлено в различных формах: выявление природного условия и его изучение, учёт данных при подготовке военных действий, выявление возможности адаптации или использования фактора и его влияния, определение принципов защиты от угроз и опасных воздействий.

Изложение материала статьи ведётся в порядке последовательности событий. Информация статьи способствует решению проблем обеспечения безопасности военнослужащих, патриотического воспитания обучающихся и изучения краеведения. [1-4]

Основная часть

Активное использование природных факторов для достижения победы российской армии началось с битвы за Петропавловск-Камчатский (Крымская война), первые залпы которой прогремели утром 20 августа 1854 года. Жители города хорошо подготовились к обороне: возвели батареи, установили ориентиры корректировки огня артиллерии, защитные сооружения пехоты и ополчения. При концентрации частей пехоты и батарей орудий учитывались условия рельефа и растительности, что и обеспечило победу над противником, превосходящим силы защитников порта в артиллерии не менее чем в 12 раз, а в пехоте в 3,4 раза.

Утром союзники двинулись на штурм города, высадившись южнее Петропавловска в районе батареи, имевшей условное наименование «Кладбищенская». Батарея должна была заманить противника притворным отступлением и неожиданной контратакой штурмовиков уничтожить его разрозненные группы. Но природа всё знает лучше!

Батарея имела штат из 28 артиллеристов и три орудия и не предназначалась для длительной обороны. Артиллеристы большую часть суток заготавливали длинные шесты и крепили на них белые полотнища с силуэтами птиц, т.е. создавали «ориентиры стрельбы», которые враг смог бы обнаружить при движении к цели. Шесты максимально углублялись в мягкую вулканическую почву и скрывались в зарослях Лабазника Камчатского (*Filipéndula camtschática*) – травянистого растения, вырастающего до 3,5 метров. Листья Лабазника скрывали ориентиры от артиллерии союзников.

Шестьсот французов и британцев высадились на берег сохраняя отдельный строй и управление и с трудом двинулись вверх, при этом рассредотачивались, блуждали, отставали, а иные и вовсе даже возвращались обратно. Артиллеристы «Кладбищенской батареи» дали два «дежурных» залпа в сторону противника, после чего заклепали все три орудия, и временно бросив их отступили к укрывшимся в засаде пехотинцам и ополченцам.

Солдаты союзников, достигли высоты «ориентиров» и стали вытаскивать их что бы сбить наводку русских орудий. Ориентиры стали возвышаться над зарослями *Filipéndula camtschática*, что не осталось без внимания корабельных артиллеристов, которые осознали ситуацию так: батарея молчит, а русские пошли в атаку, поднимая белые полотнища своих частей! Так поможем своим огнём! Вся мощь корабельной артиллерии пришла в движение и оказалась способной уничтожить около 400 врагов России. Особенно точными оказались артиллеристы британских судов, но они же первыми осознали, что стреляют по своим соотечественникам. После прекращения огня судовой артиллерии, русские пехотинцы и ополченцы быстро атаковали врага двигаясь сверху вниз, и союзники, не принимая бой, обратились в беспорядочное бегство к шлюпкам, по которым немедленно открыла огонь артиллерия всех батарей г. Петропавловска.

Повторное десантирование интервенты осуществили севернее г. Петропавловска, за Никольской сопкой, которая препятствовала обстрелу десанта из орудий городской и корабельной артиллерии обороняющихся. Десант имел полную свободу выбора действий, т.е. мог обойти город или занять вершину острова и обстреливать военнослужащих и горожан изматывающим огнём сначала из ружей, а после прибытия артиллерии и огнём орудий.

В десантной операции участвовали все боеспособные воины союзников, сохранённые отборные силы и уцелевшие участники первого десанта – 700 человек, приблизительно в равной доле французов и британцев.

Попытка обхода Никольской сопки с севера была подавлена едва передовая часть десанта появилась из-за сопки. Плотный артиллерийский огонь по пристрелянным мишеням отправил интервентов на вершину сопки, где уже находился отряд численностью примерно в сто человек. На помощь ему было срочно отправлено подкрепление в 150 человек, т.е. против 650 уцелевших англо-французских десантников находился отряд в 250 защитников Отечества.

Оборонявшиеся знали, что на склоне сопки расположен распадок, верхняя часть которого образована подковообразным обрывом, переходящим в крутой склон, протянувшийся до самого побережья. Левую часть обрыва занял головной российский отряд, а к правой прибыл и засел в засаде отряд подкрепления. В зарослях тайги и лабазника начался жестокий бой, в

котором сражались малые группы и воины один на один. Многие решили фактор внезапности нападения русских отрядов, которым удалось потеснить врага к обрыву. Командир десанта, не имея представления о том, что находится на краю «пропасти», приказал сигналами свистков собрать солдат к себе. Над обрывом стоял уже не десант, а толпа умирающих под обстрелом, прыгающих вниз, сдающихся в плен или бегущих прятаться в лес.

Дальнейших попыток десантирования союзники не предпринимали, эскадра удалилась в сторону Японии. Природными факторами, способствовавшими победе, стали рельеф и растительность Камчатки.

8 мая 1855 года англо-французская эскадра неожиданно атаковала корабли российской эскадры, находящиеся в заливе Де-Кастри, но обстрел на значительном удалении не смог нанести российскому флоту существенный урон. Стало ясно что задача врага - запереть огнём нашу эскадру в заливе и дожидаться подхода дополнительных сил для начала решающего морского боя. Попытка прорыва эскадры могла нанести значительный урон состоянию кораблей и даже привести к их затоплению. Эскадра охраняла Сахалинский залив и Амурский лиман, т.е. внутренние территории России.

Холодные воды залива формируют устойчивые туманы, высота которых измеряется десятками метров, а это позволяет, с вершин сопков залива видеть свет на кораблях через пелену капель тумана. 8 мая разведка местоположения кораблей была произведена, а 9 мая туман значительно уплотнился, что позволило русским кораблям беспрепятственно покинуть бухту Де-Кастри и зайти в устье Амура вверх по его течению. Местные погодные условия были использованы Амуро-Камчатским военным флотом для охраны Амурского речного бассейна.

А теперь рассмотрим пример использования неблагоприятного погодного фактора для решения сложной военной задачи - сохранить Дальний Восток в составе Молодой Советской республики. Волочаевская операция, проведённая 5-14 февраля 1922 года, имела цель освободить г. Хабаровск от войск марионеточного правительства разномастных белых мигрантов, опирающихся на армию японских интервентов. Опорным укреплением союзников был «Волочаевский район», занимавший две сопки с окопами и долговременными огневыми точками. Центром же обороны была сопка Июнь-Корань, склоны которой были опутаны рядами колючей проволоки и пролиты потоками воды для обледенения снежного покрова. Сопка представляла собой гигантскую ледяную гору, а у красноармейцев, к тому же ощущался недостаток режущих проволоку инструментов!

Основной штурм начался 12 февраля в 8 часов утра, а уже около 10 часов Волочаевка была полностью занята частями НРА. Преодолеть заграждения удалось благодаря неожиданному открытию, состоявшемуся из-за лютого мороза – значительно ниже -30°C . Один из бойцов НРА, спасаясь от холода одел на узкие сапоги шерстяные носки и выяснил, что скольжение по льду значительно уменьшилось! Данный эффект возможен только при низкой отрицательной температуре, а с приближением льда к точке таяния, под воздействием теплового эффекта трения, волос шерсти вмерзает в лёд и иссыкает или оставляет только пергамент кожи. Для бойцов НРА были срочно собраны носки, одеяла и тулупы материал которых усилил трение на поверхности льда и фирна, а также увеличил площадь опоры ступни красноармейца при давлении на рыхлый снег. «Волочаевская операция» обогатила опыт нашей армии открытием новой возможности индивидуальной защиты воинов!

Разгром милитаристской Японии в 1945 году является наиболее ярким примером возможности выявления и эффективного использования природных факторов способных хоть в какой-то степени повлиять на ход военных действий.

Как только поступила информация о намерении американцев самим принять японскую капитуляцию на Курильских островах и полностью взять их под свой контроль, войскам Дальневосточного театра военных действий была дана команда немедленно занять все острова от Камчатки до о. Хоккайдо. Наиболее укреплённую оборону имел о. Шумшу расположенный в непосредственной близости от берегов Камчатки. 18 августа, утром 4 часа 22 минуты десант советских войск, под прикрытием тумана, был доставлен к участку побережья с крутыми склонами, в пределах которых располагалось лишь два слабо замаскированных дота.

Предполагалось, что десантники смогут быстро пересечь побережье и затеряться в зарослях травы и леса. Действительно, в течении 76 минут японцы не могли обнаружить высадку головного десанта, прибывшего на шлюпках. Однако подход основных сил на судах осуществить не удалось – дно оказалось покрыто подводными камнями. Десантные суда с боеприпасами бросали якорь примерно в 200 метрах от берега, и морская пехота продвигалась по плечи в воде, поднимая над головой оружие. Часть десантников бросала винтовки и продвигалась вплавь до ощущения ногами берега. Вода с температурой 4-6⁰ С поглощала людей, которые тонули молча, опасаясь криками привлечь внимание японцев. Японцы не предполагали нападения с этой стороны, и десантники быстро продвинулись на два км, полностью заняв передовые траншеи.

Освобождение о. Сахалин началось в ночь на 12 августа скрытым переходом вдоль реки Поронай, а далее через болота с выходом напрямую к городу Котон – опорному узлу самого крупного укрепрайона. Лесисто-болотистая местность – типичный ландшафт центральной части острова, однако объём торфо-иловой массы здесь не превышает метрового слоя, который залегает на твёрдой породе. Используя особенности местного болотного массива, который японцы считали непроходимым, десантники смогли овладеть укрепрайоном почти не встречая сопротивления.

Некоторые историки полагают, что СССР неоправданно задержал вступление в войну с Японией на главном направлении ведения военных действий – разгроме Квантунской армии. Однако, время, определённое для начала данной операции, оказало положительное влияние на ход событий благодаря воздействию ряда природных факторов:

1) Наличие сезонных природных пищевых ресурсов, обусловленное ходом лососёвых на нерест, появлением грибов, орехов, ягод, мёда и дичи;

2) Значительное снижение угрозы клещевого энцефалита из-за поедания и гибели иксодовых клещей в биоценозах бассейна р. Амур;

3) Половодье рек определило возможность захода многотоннажных военных судов Амурской речной флотилии в реки Уссури и Сунгари, где находились малотоннажные боевые корабли Квантунской армии;

4) Появилась возможность максимального использования в тактических боях растительного покрова, обеспечивающего скрытое перемещение войск, устройство засад и внезапное нападение бойцов в камуфляже из замаскированных укрытий;

5) Общие стратегические преимущества: превосходство гусеничной техники нашей армии (танков и САУ) над преимущественно колёсной техникой Квантунской армии, сокращение возможности использования для обороны подземных укрытий пулемётных звеньев и подрывников-камикадзе, переход на линейно-секторный характер ведения встречных боёв из-за половодья рек, затопление бродов и переправ с ограничением возможности манёвров в затопленных поймах рек и т.д., наличие опыта ведения боя при движении вниз по склону, и многое другое, также способствовавшее решению поставленных боевых задач.

Заключение

Информация нашей работы, отобранная на примерах из истории защиты территории Дальнего Востока, была использована для обоснования значения роли различных природных факторов в ведении боевых действий. Показаны боевые ситуации использования местных геоэкологических условий, отдельных природных объектов и явлений для достижения военных целей. Очевидно, что и в наше время, ведение боевых действий обязательно учитывает особенности климата, режим вод суши и моря, особенности биоценозов и т.д. Оптимальный вариант эффективной организации и ведения военных действий, может быть выявлен только с учётом особенностей влияния природных факторов, воздействие которых позволяет сохранить жизни людей и одержать победу над врагами нашей Родины.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вахрин, С. И. Память, она в каждом из нас, как сердце (Камчатцы в годы Крымской кампании). Защитники Петропавловска (1854 -1855 гг.) / С.И. Вахрин, А.А. Смышляев. - Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2014. - 112 с.

2. Ворсин, В. Ф. Тыловое обеспечение войск в Маньчжурской стратегической наступательной операции (9 августа - 2 сентября 1945 г.) / В.Ф. Ворсин, В.И. Жуматий // Военно-исторический журнал. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Редакционно-издательский центр «Красная звезда» Министерства обороны Российской Федерации» - 2020. - С.4-10.
3. Исаев, А. В. Курильская десантная и Южно-Сахалинская операции: успех военный и политический. 75 лет Победы: Советский Союз и завершение Второй мировой войны на Дальнем Востоке/А.В. Исаев, Ю.А. Никифоров. - СПб: НесторИстория, 2020. -696 с.
4. Рипенко, Ю. Б. Особенности применения артиллерии в ходе Маньчжурской стратегической наступательной операции 1945 года. / Ю.Б. Рипенко // Военно-исторический журнал. - Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Редакционно-издательский центр «Красная звезда» Министерства обороны Российской Федерации. - 2007. - С.14-17.

УДК 564.5

Кукушкин Игорь Анатольевич, кандидат географических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kukushkin Igor Anatolyevich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ЛОВА КАЛЬМАРА В МОРЯХ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА РОССИИ ENSURING SAFE SQUID FISHING IN THE SEAS OF THE RUSSIAN FAR EAST

Аннотация. В статье показано влияние природных условий Дальнего Востока России на формирование биоресурсов морей, образующих четвертую по площади, но самую продуктивную акваторию лова кальмаров. Кальмары Охотского моря отличаются самыми высокими вкусовыми качествами в мире, а необходимость их быстрой переработки определяет близость объектов промысла и обработки. В статье показаны способы лова кальмара, дана оценка опасных воздействий на персонал обслуживающий процесс лова и переработки гидробионтов. Даны законодательные основы ведения промысла и обеспечения безопасной жизнедеятельности персонала в сложных условиях добычи и переработки уникальных аквальных ресурсов.

Abstract. The article shows the influence of the natural conditions of the Russian Far East on the formation of biological resources of the seas, which form the fourth largest in area, but the most productive water area for squid fishing. Squid of the Sea of Okhotsk are distinguished by the highest taste in the world, and the need for their rapid processing determines the proximity of fishing and processing objects. The article shows the methods of squid fishing, assesses the dangerous effects on the personnel servicing the process of catching and processing aquatic organisms. The legislative framework for fishing and ensuring the safe life of personnel in difficult conditions of extraction and processing of unique aquatic resources is given.

Ключевые слова: Биоресурсы морей, лов кальмаров, опасные ситуации в краболовстве, безопасность труда краболовов, законодательство о краболовстве, охрана морских гидробионтов.

Keywords: Bioresources of the seas, squid fishing, dangerous situations in crab fishing, labor safety of crab fishermen, legislation on crab fishing, protection of marine aquatic organisms.

Введение

Интенсивный промышленный лов кальмаров в морях Северо-Восточной акватории Тихого океана, определяет необходимость изучения аспектов безопасной жизнедеятельности работников предприятий занятых отловом моллюсков, а также выявление геоэкологических условий охраны и восстановления данного пищевого ресурса. Для исследования данной темы мы использовали тексты документов законодательства РФ, опубликованную научную информацию, а также провели сбор и анализ данных работы предприятия ООО «Рыболовецкая артель (колхоз) «Нижнее Пронге». [1-5]

Основная часть

Кальмары встречаются почти во всех водах Мирового океана, но обычно не образуют скоплений, достаточных для промышленного лова моллюска. Продуктивность морских зон лова кальмара обусловлена сочетанием трёх основных условий:

1) Температура морской воды большую часть года составляет от 2⁰ С до 14⁰ С и может содержать биогенные газы – кислород, азот, углекислый газ и т. д.

2) В пределах акватории наблюдается явление апвеллинга, т. е. подъём к поверхности глубоководных морских вод, несущих биологически активные химические элементы и соединения.

3) Конвергенция морских течений, т.е. схождение тёплых и холодных вод, также способствует развитию фито- и зоопланктона, определяет обилие рыбных стай – основной пищи кальмаров.

Все эти условия сочетаются в пределах промысловой зоны, включающей моря Дальнего Востока и прилегающую полосу собственно океанических вод, где число кальмаров убывает.

Плотность обитания кальмара увеличивается в пределах гряд вулканических островов, где имеются различные ниши обитания планктона, моллюсков, рыб, а также возрастает количество биогенных элементов и их соединений, поступающих из потоков лавы. Высокая численность кальмаров отмечена в Дальневосточных морях РФ, где преобладают моллюски из семейств *Gonatidae*, и *Cranchiidae*. Здесь используют различные способы лова краба, в том числе вертикальный пелагический ярус, донный и разноглубинный тралы, а иногда и кошельковый невод.

Лов с постоянным электрическим светом производится только с вертикальными пелагическими ярусами, так как в этом случае кальмары обязательно должны видеть привлекающую их блесну-приманку (джиггер или воблер). При остальных способах лова - разноглубинный трал, кошельковый невод, сети и ставни, при помощи света производят сбор кальмара в стаю, а далее свет либо отключают, либо уводят его источники за орудия лова.

Необходимо помнить, что отключение искусственного света определяет период адаптации зрения персонала к естественному освещению, в течении которого возрастает число индивидуальных опасных ситуаций, требующих чёткого соблюдения требований охраны труда краболовов.

Система вертикального яруса (рисунок 1) состоит из ярусовыборочных машинок, ярусов с блеснами и грузами, светового оборудования. Ярусовыборочные машинки подразделяют на электромеханические и ручные, причём ручные обеспечивают более высокий улов, так как человек создаёт движение блёсен привлекающее кальмаров. Автоматические установки выборки яруса, увеличивают улов кальмаров на 10-15% по сравнению с ручной снастью, за счёт имитации движений блесны с помощью вибрации, но создают угрозу виброзаболевания.

Ярус подразделяют на верхнюю часть – хребтину (капроновый шнур или стальной трос в полимерной оболочке), леску из капрона или нейлона на которой подвешены джиггеры или воблеры в количестве от 20 до 80 штук, а также блёсны с возможностью замены крючков. Длина хребтины зависит от глубины местонахождения стаи кальмаров и составляет 20-60 м. Хребтина соединяется с леской при помощи вертлюга. На конце яруса подвешивается каплевидный груз весом 300-800 г. Он крепится в 2-5 м от нижней блесны.

Световое оборудование состоит из гирлянды ламп накаливания (обычного белого света) мощностью по 0,5-1 кВт, которые подвешивают на высоте 2-2,5 м от пола или палубы. Лампы образуют овальную освещённую зону, вокруг объекта лова, обеспечивая уход яруса в воду на границе света и тени. С помощью реостата регулируют силу тока или изменяют высоту подвески ламп чтобы подобрать оптимальную освещённость, не отпугивающую кальмаров.

Ярусное оснащение лова является ведущим в мире, так как при достаточной эффективности позволяет тщательно сортировать кальмаров, сохранять их пищевое качество, проводить операции предварительной обработки тушек с последующим выпуском продукции.

Лов кальмара можно проводить как с борта судна, имеющего специальное оснащение, так и со стационарных гидротехнических сооружений, расположенных возле посёлков.

Например, в п. Нижние Пронге (рисунок 2) сооружён краболовный комплекс, работа которого эффективна за счёт конвергенции опреснённых вод Амурского лимана и Татарского пролива. Предприятие сезонно занимается рыболовством в нерестовый период и краболовством весь тёплый период года. Значение этих видов деятельности примерно равноценно и способствует обеспечения занятости населения посёлка.



Рисунок 1 – Лов кальмара системой вертикального яруса



Рисунок 2 – Стационарный многоярусный мол для ловли кальмаров в с. Нижние Пронге

Траловый лов кальмара (рисунок 3) используется при уходе кальмаров на небольшие глубины (обычно менее 100 м), из-за волн на морских акваториях, появлении хищных рыб и т. д. Многие виды кальмаров образуют придонные скопления и облавливаются донным тралом. Для сбора кальмаров в стаю производят концентрирование света или привлекают моллюсков сбросом испорченных или измельчённых морепродуктов: рыбы, кальмаров, гаммарусов и т. д. Сброс производится за ловчими сетями.

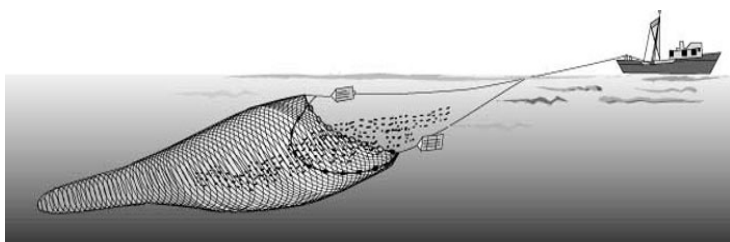


Рисунок 3 – Траловый лов кальмара



Рисунок 4 - Сетевой лов кальмара

Сетевой лов кальмара (рисунок 4) имеет существенный недостаток – тушки моллюсков сильно деформируются, утрачивая товарный облик и вкусовые качества. Его эффективность может существенно отличаться из-за отсутствия достаточного количества моллюска, или его ухода от сети. Сетевой и траловый лов сильно зависит от условий погоды и, к сожалению, может привести к падению работника за борт, охлаждению и смерти.

Высокая доля ручных операций определяет повышенные требования к персоналу, обеспечивающему как вылов, так и обработку кальмара. Аспекты безопасной жизнедеятельности определены влиянием погодных условий, которые имеют ведущее значение в формировании производственных ситуаций, важной ролью фактора механических воздействий как на добывающих кальмара, так и на изготовителей продукции. Опасность может возникать при эксплуатации и ремонте электрооборудования, в том числе электроустановок, ламп освещения, замыканий в электропроводящей среде, а также при неисправности генераторов, аккумуляторов и приборов контроля и отключения электроцепи.

Законодательной основой предупреждения возникновения опасностей и недопущения реализации рисков при получении продукции переработки кальмаров является:

1) Приказ Минтруда России от 04.12.2020 № 858н «Об утверждении Правил по охране труда при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдель-

ных видов продукции из водных биоресурсов». Зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 № 61474.

2) Охрана биоресурсов Мирового океана для предотвращения угрозы сокращения биоразнообразия и истощения запасов водных ресурсов обеспечена «Приказом Минтруда России от 04.12.2020 N 858н "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

Заключение

В завершении статьи можно сделать следующие выводы:

1) Роль лова кальмара в обеспечении потребностей населения РФ и зарубежных стран постоянно возрастает, но орудия лова и практика их использования за последние годы существенно не изменились. Необходимо изыскивать возможности создания новых и совершенствования уже имеющегося оборудования как для повышения эффективности данного рода деятельности, так и для обеспечения безопасной жизнедеятельности работников отрасли.

2) Основы законодательной безопасности обеспечения лова краба, в настоящее время носят общий характер и распространяются на всех морских гидробионтов. Специфика лова кальмара требует создания специального законодательства направленного на защиту труда и охрану здоровья тружеников отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зуев, Г.В. Кальмары (биология и промысел) / Г.В. Зуев, К.Н. Несис. - М.: Пищевая промышленность, 1971. - 360 с.
2. Поярков, В.Г. Охрана труда на промысловых судах. Справочник / В. Г. Поярков, В. М. Минько, И. Б. Шефер, А. И. Зуйков. - М.: Агропромиздат, 1986. -335 с.
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 декабря 2020 г. № 858н «Об утверждении правил по охране труда при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдельных видов продукции из водных биоресурсов». - Зарегистрировано в Минюсте России 15 декабря 2020 г. N 61474. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370926/ (дата обращения: 29.09.2025)
4. Минько, В. М. Безопасность труда в промышленном рыболовстве / В.М. Минько. - М.: Агропромиздат, 1990. - 175 с.
5. Лищенко, Ф.В. Состав скоплений и динамика биологического состояния командорского кальмара (*Beryteuthis magister*) в районе Северных Курильских островов в весенне-летний период 2014 г. / Ф.В. Лищенко // Труды ВНИРО. Том 154. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 2015 г. - С. 31-38.

УДК 728

Кущенко Елизавета Сергеевна, студентка, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kushchenko Elizaveta Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Галкина Елена Георгиевна, кандидат культурологии, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Galkina Elena Georgievna, candidate of cultural studies, Komsomolsk-na-Amure state university

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИОКУЛЬТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА ТУРИСТСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ П. ЛИВАДИЯ THE PECULIARITIES OF THE FORMATION OF THE SOCIO-CULTURAL SPACE OF A TOURIST DESTINATION ON THE EXAMPLE OF THE VILLAGE OF LIVADIA

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема формирования социокультурного пространства в сфере туризма, востребованности интерактивных общественных пространств, доступности культурно-развлекательных, торговых и жилищных комплексов на территории п. Ливадия. При анализе территории была изучена уже существующая в посёлке структура туристической направленности, на основе которой мы вынесли проектное предложение.

Abstract. This article examines the problem of the formation of a socio-cultural space in the field of tourism, the demand for interactive public spaces, the accessibility of cultural, entertainment, shopping and housing complexes in the village of Livadia. When analyzing the territory, the structure of the tourist orientation already existing in the village was studied, on the basis of which we made a project proposal.

Ключевые слова: туризм, социокультурное пространство, торгово-развлекательный комплекс, гостиница, интерактивная среда.

Key words: tourism, socio-cultural space, shopping and entertainment complex, hotel, interactive environment.

Введение

В настоящее время туризм является одним из ключевых направлений развития стран, и на этом фоне многие территориальные единицы (как крупные, так и малые), обладающие необходимыми ресурсами, стараются совершенствоваться в этой сфере. Туризм в России представляет собой динамично развивающуюся отрасль экономики, а Дальний Восток демонстрирует высокие темпы роста и значительный потенциал в данной отрасли. Дальневосточные регионы стремительно движутся к тому, чтобы стать одними из ведущих туристических регионов России, поскольку обладают уникальным сочетанием природных, культурных и экономических факторов. Для анализа нами была выбрана территория Приморского края, Находкинского городского округа – мкр. Ливадия – символ отдыха на морском побережье. Работа направлена на выявление особенностей формирования социокультурного пространства туристского назначения, поиск вариантов развития инфраструктуры, не принадлежащих к морской среде, а также на разработку проектного решения по возможному улучшению туристической сферы в отношении к данной территории. [1-3]

Основная часть

В 1861 году вблизи бухты Гайдамак расположился одноимённый посёлок, который в будущем стал носить название «Ливадия». История его развития тесно связана с китобойным промыслом, ставшим прочной основой стремительно развивающейся производственной отрасли. В дальнейшем посёлок стал развиваться в сфере судостроения (судоремонта) и рыболовства. Современное название Ливадия получила в 1922 году, а в 1941 ей было присвоено звание «посёлок городского типа». Позднее, в 2004 году, данный статус был упразднён, поскольку посёлок был включён в состав Находкинского городского округа, став отдалённым микрорайоном города Находки. В настоящее время Ливадия активно развивает свою инфраструктуру, сохраняя исторические и культурные ценности. И важным этапом развития этой инфраструктуры стал туризм.

Ливадия уже несколько десятилетий привлекает туристов своей близостью к морю, высокими сопками, живописными пейзажами и удивительной природой (рисунок 1). И уже долгое время всё побережье застраивается туристическими базами и гостевыми домиками. В стремлении заработать как можно больше средств на потоке туристов, местные предприниматели разрушают приятный облик посёлка выстроенными на скорую руку сооружениями различного характера. Но на фоне отсутствия привлекательности построек существует более масштабная проблема в виде недостатка общественных пространств для развлечений и культурного отдыха. Более того, по окончании курортного сезона (с мая по сентябрь), инфраструктура Ливадии замирает, а постоянным жителям остаётся довольствоваться лишь малой частью имеющейся досуговой сферы. На территории посёлка ведут свою деятельность Ливадий дом культуры, библиотека и музей «Залив Восток». Также стоит учесть, что большая часть баз отдыха рассчитана лишь на летний сезон и не предполагает функционирование в другое время года, что ограничивает возможности по проживанию. На основе вышеизложенных проблем мы решили проанализировать существующую инфраструктуру и выявить направления и варианты развития социокультурной и туристической сферы.



Рисунок 1 – Вид на бухту Гайдамак, п. Ливадия и п. Южно-Морской

На данный момент все дополнительные коммерческие и некоммерческие организации (не входящие в перечень организаций первой необходимости) расположены в г. Находка (около 40 км от Ливадии). Соответственно Находка является ближайшим сосредоточением развлекательных, культурных, торговых и общественных площадок, компенсирующих дополнительные потребности. Но не у всех жителей есть возможность при необходимости воспользоваться услугами данных площадок в своих интересах. Таким образом было принято решение объединить все интерактивные пространства в один комплекс, сделав его доступным и многофункциональным, при этом сохраняя эстетичный внешний вид.

Основываясь на потребностях жителей п. Ливадия и приезжающих в посёлок туристов в состав комплекса войдут несколько функциональных зон: обособленная гостиничная с полным обслуживанием, торговая (из бутиков и супермаркетов), зона общепита (фудкорт, кофейня), выставочный зал, развлекательная (кинотеатр, игровые автоматы), детская (детский развлекательный центр, кружковые помещения), общественно-деловая (офисные помещения, конференц-зал, зона для коворкинга). Также на прилегающей к зданию территории планируется благоустройство с зоной отдыха, запрудой у ручья и парковками для посетителей и жителей гостиницы. Сохраняя живописный и сдержанный характер местности, было принято решение фасады оформить облием природных материалов, таких как камень, бетон, стекло, дерево, используя преимущественно натуральные светлые оттенки (рисунок 2). Данное решение позволит комплексу гармонично вписаться в окружающую среду.



Рисунок 2 – Аналог объёмно-пространственного решения здания

Для проектирования была выбрана территория, расположенная в общественном центре посёлка, на пересечении улиц Новая и Ливадийская (рисунок 3). Отсутствие уклона позволяет расширить возможности планировки, соседство с другими досуговыми центрами, такими как библиотека, музей и дом культуры, группирует всю активную деятельность в одном месте, а близость к основной трассе делает место заметным и привлекательным. Также на территории протекает ручей Ливадийский, благоустройство которого станет отличительной чертой комплекса. На пересечении улиц установлена остановка общественного транспорта, что крайне удобно для посетителей, не имеющих личного автомобиля, при этом расположение участка является доступным и для пешеходов.



Рисунок 3 – Расположение территории проектирования

Торгово-развлекательный гостиничный комплекс может стать решением многих проблем в системе развития инфраструктуры п. Ливадия, в частности, в социокультурном и туристическом направлениях. Приезжающие гости смогут найти всё необходимое для комфортного отдыха в пределах комплекса, учащиеся средней образовательной школы смогут воспользоваться конференц-залом для проведения мероприятий, детская школа искусств или приезжие деятели смогут использовать выставочный зал для экспозиций и перформансов, студенты или частные предприниматели смогут использовать площадку для коворкинга как рабочее пространство или арендовать офис, дети смогут улучшить свои навыки в той или иной сфере благодаря развлекательному центру и кружковым отделениям, при этом любой желающий сможет с удовольствием провести своё время в кинотеатре и многое другое. Данное проектное решение может стать центром формирования социокультурного пространства, базируясь на туристском назначении, но при этом существуя не как сезонное развлечение, а полноценный круглогодичный досуговый кластер.

Заключение

Таким образом, на основе вышеизложенных данных, можно прийти к выводу, что проблема формирования социокультурного пространства в п. Ливадия существует и требует решения, инфраструктура недостаточно развита, а туристическая сфера нуждается в ряде изменений, направленных на возможное увеличение периода пребывания и разнообразие досуговой сферы. Необходимо сделать более доступным взаимодействие культурно-развлекательных, торговых и жилищных комплексов путём пересечения направлений туризма и повседневной жизни. Проанализировав потребности людей, а также территориальные особенности, мы предлагаем проектное решение по созданию торгово-развлекательного гостиничного комплекса, учитывающего все особенности формирования социокультурного пространства туристского назначения по отношению к п. Ливадия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бендык, Е. Э. Приморская Ливадия. От Душкино до Анны / Е. Э. Бендык // От Душкино до Анны. Записки краеведа. – Владивосток: Издательство Дальневосточного федерального университета, 2011. – 280 с. – ISBN 978-5-7444-2644-6.
2. Кирова, М. С. Социально-культурное проектирование в области организованного туризма / М. С. Кирова. // Социально-культурное проектирование в области организованного туризма: дис. кандидат культурологии: 24.00.01 – Теория и история культуры. – Москва, 2008. – 168 с.
3. Проектирование туристской (рекреационной) деятельности на международном уровне. – URL: https://spravochnick.ru/turizm/proektirovanie_turistskoy_rekreacionnoy_deyatelnosti_na_mezhdunarodnom_urovne/#turisticheskaya-deyatelnost-kak-osobyu-obekt-proektirovaniya (дата обращения: 24.09.2025).

УДК 624.94.012.45

Лупин Вадим Павлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Lupin Vadim Pavlovich, student, Komsomolsk-na-Amure e State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate professor, Komsomolsk-na-Amure e State University

ВИДЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ ДЛЯ АРМАТУРЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

TYPES OF CONNECTING COUPLINGS FOR FITTINGS AND FEATURES OF THEIR APPLICATION

Аннотация. Статья посвящена анализу современных механических методов соединения арматурных стержней с помощью муфт. Рассматриваются три основных типа соединений: обжимные, резьбовые и болтовые. Для каждого типа детально описаны принцип действия, технология монтажа, необходимое оборудование и контроль качества. Особое внимание уделяется сравнительной оценке ключевых эксплуатационных характеристик, таких как прочность соединения, скорость монтажа, универсальность применения и надежность в различных условиях. На основе проведенного анализа определяются области рационального применения каждого типа муфт с учетом требований современных строительных норм и экономической эффективности. Результаты работы демонстрируют, что выбор конкретного типа соединения должен основываться на комплексном учете инженерных, технологических и производственных факторов.

Abstract. The article is devoted to the analysis of modern mechanical methods for connecting reinforcing bars using couplings. Three main types of connections are considered: crimp, threaded and bolted. For each type, the principle of operation, installation technology, necessary equipment and quality control are described in detail. Particular attention is paid to a comparative assessment of key performance characteristics, such as connection strength, installation speed, versatility, and reliability under various conditions. Based on this analysis, the areas of rational application for each coupling type are determined, taking into account the requirements of modern building codes and cost effectiveness. The results demonstrate that the selection of a specific coupling type should be based on a comprehensive consideration of engineering, technological, and production factors.

Ключевые слова: соединительные муфты, арматурные соединения, обжимные муфты, резьбовые муфты, болтовые муфты, механическое соединение арматуры, стыкование арматуры, железобетонные конструкции.

Key words: connecting couplings, reinforcement connections, compression couplings, threaded couplings, bolted couplings, mechanical connection of reinforcement, splicing of reinforcement, reinforced concrete structures.

Введение

Современное строительство предъявляет повышенные требования к надежности и долговечности железобетонных конструкций, где ключевую роль в восприятии нагрузок играет арматурный каркас. Целостность и прочность этого каркаса в значительной степени определяются способом соединения стержней, что выдвигает на первый план проблему эффективного и надежного стыкования. В отличие от традиционных методов сварки и вязки, механическое соединение с помощью муфт предлагает принципиально иное решение, обеспечивая не только высокую технологичность процесса, но и превосходные механические характеристики узла. Существует несколько типов муфтовых соединений, каждый из которых обладает уникальными конструктивными особенностями и областью применения, обусловленными инженерным расчетом, спецификой проектных задач и условиями эксплуатации. Данная статья посвящена систематическому анализу видов соединительных муфт для арма-

туры, а также исследованию критериев их выбора для обеспечения проектной прочности, монолитности и сейсмостойкости строительных объектов.

Основная часть

Классификация данных устройств осуществляется по принципу передачи усилия и технологии монтажа, что определяет их инженерно-эксплуатационные характеристики. Резбовые муфты основаны на механическом сцеплении предварительно нарезанной на стержнях резьбы с внутренней резьбой муфты (рисунок 1).

Данный тип соединения требует высокой точности изготовления как арматуры, так и соединительного элемента, поскольку даже незначительное отклонение в шаге резьбы может привести к существенной потере несущей способности узла [3]. Его ключевым преимуществом является возможность регулировки длины собираемого элемента, что особенно ценно при монтаже каркасов сложной геометрии. Однако монтаж требует применения динамометрического инструмента для контроля момента затяжки, что исключает вероятность недотяжки или повреждения резьбы перетяжкой.

Обжимные (или прессовые) муфты реализуют иной принцип работы, основанный на силовом пластическом деформировании гильзы вокруг соединяемых стержней с созданием мощного сил трения и механического заклинивания (рисунок 2).

Процесс осуществляется с помощью переносного гидравлического оборудования, что обеспечивает высокую производительность работ на объекте. Как показали экспериментальные исследования, такой тип соединения демонстрирует высокую прочность на разрыв и превосходное сопротивление циклическим нагрузкам, что обуславливает его широкое применение в сейсмостойком строительстве [1]. Неразъемность соединения, являющаяся его следствием, компенсируется высокой надежностью и стабильностью полученного узла. Универсальность метода позволяет стыковать стержни различных диаметров и даже из разных марок стали, что расширяет его проектные возможности.

Болтовые муфты, в свою очередь, используют принцип фрикционного соединения, где усилие создается за счет затяжки поперечных болтов, прижимающих арматурные стержни к корпусу муфты (рисунок 3).



Рисунок 1 – Резьбовая муфта [5]



Рисунок 2 – Обжимная муфта [5]



Рисунок 3 – Болтовая муфта [5]

Данная конструкция предоставляет определенную степень разборности и возможность повторного использования, что может быть актуально для временных или сборно-разборных конструкций. Однако ее надежность в значительной степени зависит от человеческого фактора – стабильности и равномерности заданного усилия затяжки каждого болта. Как справедливо отмечается в исследованиях, такой тип соединения более чувствителен к динамическим и вибрационным нагрузкам по сравнению с обжимным или резьбовым [2]. Выбор конкретного типа муфтового соединения является не просто технической задачей, а сложным инженерным решением, зависящим от совокупности факторов: величины и характера действующих нагрузок (статические, динамические, циклические), условий производства работ (включая наличие квалифицированного персонала и специального оборудования), а также экономической целесообразности. Общей тенденцией является рост доли механических стыков в ответственных конструкциях, что обусловлено их предсказуемостью, контролируемостью качества и соответствием все более строгим требованиям норм проектирования [4].

Количественная оценка преимуществ различных методов соединения арматуры требует визуального сопоставления ключевых эксплуатационных параметров. Для наглядного сравнения центральное место занимает анализ двух критически важных показателей: скорости монтажа, напрямую влияющей на темпы производства работ, и прочностных характеристик, определяющих несущую способность узла. Сравнительный график, построенный на основе предоставленных статистических данных, позволяет объективно оценить эффективность обжимных и резьбовых муфт относительно традиционной сварки (рисунок 4).

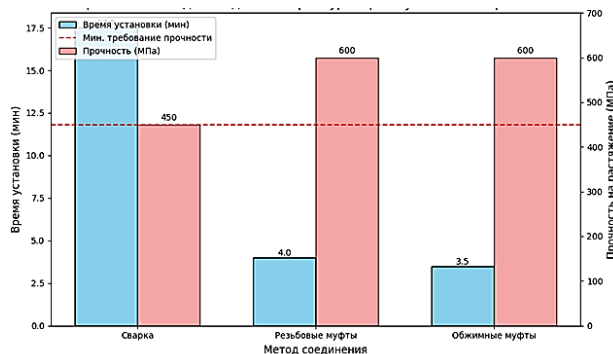


Рисунок 4 – Сравнение методов соединения арматуры: время установки и прочность (составлено автором на основании [6])

Представленные данные наглядно иллюстрируют кардинальное превосходство механических способов соединения над традиционной сваркой по совокупности ключевых эксплуатационных параметров. Сокращение времени монтажа при использовании муфт более чем в четыре раза напрямую транслируется в увеличение общих темпов возведения конструкций и снижение трудозатрат. При этом принципиально важно, что выигрыш в скорости не сопровождается компромиссом в отношении надежности; как резьбовые, так и обжимные муфты демонстрируют прочность на разрыв, не только удовлетворяющую, но и превышающую минимальные нормативные требования для арматурных сталей класса А500С. Это подтверждает их полное соответствие критериям проектирования ответственных железобетонных конструкций, где гарантированное восприятие расчетных усилий является безусловным приоритетом. Сравнительный анализ методов соединения арматуры требует системного подхода, учитывающего не только прочностные характеристики, но и технологические, экономические и эксплуатационные аспекты. Выбор конкретного типа муфтового соединения определяется комплексом факторов: характером нагрузок, условиями производства работ, требованиями нормативной документации и экономической целесообразностью. Для обоснованного принятия проектного решения необходимо сопоставить ключевые параметры различных муфт, такие как технология монтажа, необходимое оборудование, ограничения по применению и потенциал производительности.

Заключение

Проведенный анализ позволяет констатировать, что эволюция методов соединения арматуры сместилась в сторону механических муфтовых систем, которые перестали быть альтернативой сварке или обвязке, а стали самостоятельным высокотехнологичным решением. Их внедрение трансформировало подходы к проектированию и возведению железобетонных конструкций, сместив акцент с трудоемких процессов на прецизионную сборку. Каждый из рассмотренных типов соединений – обжимной, резьбовой, болтовой – формирует собственную область рационального применения, обусловленную не столько стоимостью, сколько совокупностью инженерных требований: величиной и характером нагрузок, условиями производства работ, необходимостью демонтажа или регулировки. Важно подчеркнуть, что декларируемые преимущества в виде прочности, скорости монтажа и универсальности реализуются в полной мере только при строгом соблюдении технологических регламентов и использовании сертифицированного оборудования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зенин, С. А. Экспериментальные исследования прочности изгибаемых железобетонных элементов с обжимными муфтовыми соединениями арматуры / С. А. Зенин // Бетон и железобетон. – 2024. – Т. 622, № 3. – С. 5–12.
2. Зарецкий, А. А. К вопросу применения резьбовых и обжимных муфт для стыковки арматуры / А. А. Зарецкий ; науч. рук. Ю. С. Дордюк // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов : в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет ; редкол.: Н. Н. Шалобыта [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2023. – Ч. 1. – С. 35–38.
3. Дьячков, В. В. Методика расчета параметров резьбы и геометрических размеров соединительных муфт механических соединений арматуры / В. В. Дьячков // Бетон и железобетон. – 2023. – Т. 603, № 1. – С. 24–29.
4. Плещенкова, М. С. Механические соединения арматуры / М. С. Плещенкова, Т. А. Анушкевич // Путь в науку. Прикладные науки. Строительство. – 2023. – № 49. – С. 59–61.
5. Виды соединительных муфт для арматуры и особенности их применения. – – URL: <https://www.promstroysever.ru/info/articles/stati-o-muftovykh-soedineniyakh-armatury/vidy-soedinitelnykh-muft-dlya-armatury-i-osobennosti-ikh-primeneniya> (дата обращения: 17.09.2025).
6. Механическое соединение арматуры. URL : <https://www.promstroysever.ru/info/articles/stati-o-muftovykh-soedineniyakh-armatury/mekhanicheskoe-soedinenie-armatury/> (дата обращения: 18.09.2025).

УДК 332.28:374.193

Масловская Яна Вячеславовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Maslovskaya Yana Viacheslavovna, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Чудинова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chudinova Natalia Gennadievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amur State University

АНАЛИЗ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ АРЕНДЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В МУНИЦИПАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ANALYSIS OF RISKS ARISING FROM THE LEASE OF LAND PLOTS IN MUNICIPAL OWNERSHIP

Аннотация. В статье рассматриваются риски, возникающие при аренде земельных участков, находящихся в муниципальной собственности, на примере города Комсомольска-на-Амуре. Проведен анализ и дано описание основных видов рисков: юридических, финансовых, организационных, экологических и градостроительных. Приведены конкретные примеры.

Abstract. The article examines the risks arising from the lease of land plots in municipal ownership, using the example of the city of Komsomolsk-na-Amure. The analysis and description of the main types of risks are carried out: legal, financial, organizational, environmental and urban planning. Specific examples are given..

Ключевые слова: аренда земель, муниципальная, риски, кадастровая стоимость, Комсомольск-на-Амуре.

Key words: land lease, municipal, risks, cadastral value, Komsomolsk-na-Amure

Введение

Аренда земельных участков, находящихся в муниципальной собственности, представляет собой одну из ключевых форм использования муниципального имущества. Она играет двойную роль: с одной стороны, для арендатора это возможность получить землю для ведения деятельности – строительства, предпринимательства или личных нужд; с другой стороны, для муниципалитета это источник пополнения бюджета и инструмент регулирования землепользования. [1-3]

Такие отношения одновременно выгодны обеим сторонам, но при этом сопряжены с определёнными рисками. На практике риски могут носить разный характер: юридический, финансовый, организационный и экологический. Их своевременное выявление и анализ позволяют минимизировать возможные негативные последствия и создать условия для устойчивого развития территории.

Целью данной статьи является рассмотрение основных рисков, возникающих при аренде земельных участков, находящихся в муниципальной собственности, а также анализ их проявления на примере конкретной территории.

Основная часть

Аренда земельных участков представляет собой форму владения и пользования землёй на основании договора, заключаемого между муниципалитетом и физическими либо юридическими лицами. Такой механизм обеспечивает баланс интересов: арендаторы получают возможность использовать землю для реализации своих проектов, а муниципалитет – дополнительный источник дохода и инструмент регулирования градостроительной политики.

В каждом городе объём арендованных земель меняется со временем, что отражает общую динамику социально-экономического развития территории. Не является исключением и Комсомольск-на-Амуре – второй по величине город Хабаровского края, где активно развиваются жилищное строительство и промышленная инфраструктура. Земельный фонд города можно рассматривать как своеобразный «живой» организм, находящийся в постоянном движении: так, в период с 2019 по 2023 год площади переданных в аренду участков неоднократно то сокращались, то увеличивались в зависимости от потребностей и градостроительных планов.

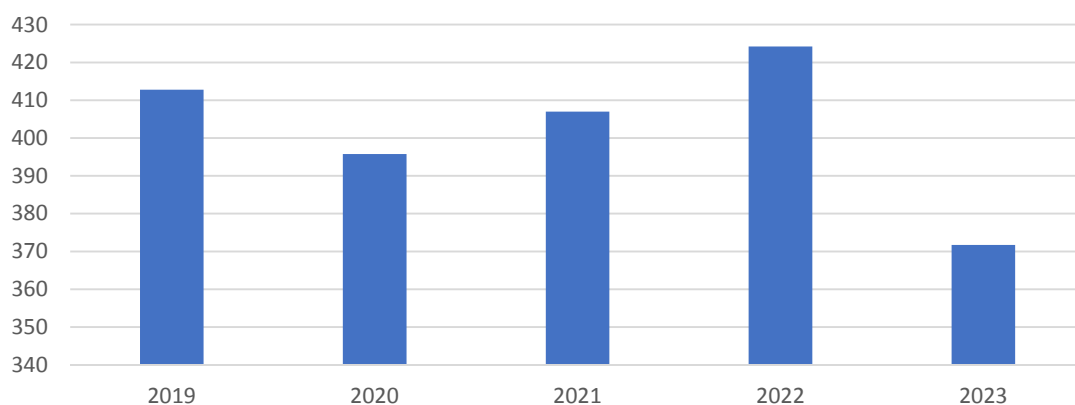


Рисунок 1 – Динамика площадей земельных участков, используемых на праве аренды, на территории города Комсомольск-на-Амуре, га

Как было отмечено ранее, аренда земельных участков сопряжена с определёнными рисками. Среди основных можно выделить следующие:

- юридические;
- финансовые;
- организационные;
- экологические и градостроительные.

Рассмотрим подробнее каждый риск и представим данные в таблице.

Таблица 1 – Основные риски аренды муниципальных земель

Риск	Описание
Юридические	Ошибки в оформлении договоров, наличие обременений, судебные споры
Финансовые	Изменение кадастровой стоимости, рост арендной платы, задолженности и арендаторов
Организационные	Низкая прозрачность процедур, коррупционные риски, ошибки кадастрового учета
Экологические и градостроительные	Нецелевое использование земли, нарушение экологических и строительных норм

Разберем данные риски на примере аренды муниципальных земельных участков в Комсомольске-на-Амуре.

Таблица 2 – Риски при аренде муниципальных земельных участков города Комсомольск-на-Амуре

Риск	Направления	Описание
Юридические	Ошибки в кадастровом учете	В городе встречаются случаи пересечения границ земельных участков и несоответствия фактического местоположения данным ЕГРН. Подобное приводит к спорам между арендаторами, муниципалитетом.
	Задержки регистрации договоров аренды	На практике встречалось, что договоры по аренде регистрировались не вовремя в Росреестре. Это в свою очередь снижает правовую защищенность арендатора
	Обременения и ограничения	Некоторые участки находятся в зонах с особыми условиями использования. К подобным участкам относятся охранные зоны инженерных сетей, санитарные зоны предприятий. Если заранее не учесть данные ограничения, то в дальнейшем арендатор столкнется с невозможностью осуществления своих планов по отношению к тому или иному участку земли
Финансовые риски	Изменение кадастровой стоимости	В Комсомольске-на-Амуре арендная плата зависит от кадастровой стоимости земли. При ее пересмотре арендная плата может существенно вырасти
	Риск задолженности по арендной плате	В 2016 году комитет по управлению имуществом администрации города сообщил, что арендаторы освобождаются от уплаты пеней. Данная ситуация говорит о том, что задолженности по аренде в городе происходят регулярно
	Риск снижения инвестиционной привлекательности	Некоторые инвесторы могут отказаться от долгосрочных процессов из-за высокой арендной платы на земельные участки
Организационные	Непрозрачность	В Комсомольске-на-Амуре аукционы проводятся публично, для малого бизнеса процесс участия иногда сложен. Однако это снижает доступность муниципальной земли для широкого круга арендаторов.
	Низкий уровень информирования	В городе происходили ситуации, когда из-за несвоевременного информирования участкам присваивали статус не востребования.

Представим в таблице 3 реальные примеры из города Комсомольск-на-Амуре, которые будут иллюстрировать риски аренды муниципальных земель.

На основе приведённых примеров можно сделать следующие выводы:

- многие случаи наглядно показывают финансово-экономические и юридические риски аренды земельных участков;
- ситуации, когда участки расположены в охранных или ограничительных зонах, отражают экологические и градостроительные риски;
- примеры проведения тендеров и аукционов демонстрируют, что администрация города предпринимает меры для регулирования стоимости аренды и обеспечения прозрачности процедур, что является важным фактором снижения рисков.

Таблица 3 – Примеры рисков аренды муниципальных земель в городе Комсомольске-на-Амуре [4,5]

Вид риска	Пример	Комментарий
Неадекватная оценка арендной платы / изменение стоимости	Тендер №61105005 от 28.06.2022 – оказание услуг по определению рыночной стоимости арендной платы объектов муниципальной собственности, начальная цена 74 000 руб.	Показывает, что администрация делает попытки учитывать рыночную стоимость. Но если оценки задерживаются, то цены аренды могут быть либо занижены (убыток бюджету), либо завышены (риск отказа арендаторов).
Юридическая неопределённость договора	Решение Центрального районного суда Комсомольска-на-Амуре – признание договора аренды земельного участка недействительным по иску арендатора (или третьих лиц) и снятие участка с кадастрового учёта.	Такой случай показывает, что ошибка при оформлении (границ, нормативных актов, плана застройки) может привести к полной потере арендатором права по договору, а муниципалитет может потерять доходы и встретить судебные расходы.
Неопределённость по целевому использованию / градостроительные нормы	Дело № 2А-137/2021 от 06.04.2021 – участок предоставлялся для индивидуального жилищного строительства; утверждён градостроительный план земельного участка.	Если градостроительный план отсутствует или выдан с ошибками, арендатор может обнаружить, что его планы по строительству не соответствуют нормам, либо потребуются переработка проекта, что приведёт к дополнительным затратам.
Экологические или ограничительные зоны / обременения	Лот №1140583 – 1/3 доля в праве на земельный участок, площадью 962 кв.м в Центральном округе Комсомольска-на-Амуре, в квартале ИЖС, но ограничивающих зонах промышленных предприятий, водоохранной зоне реки.	Участки, находящиеся вблизи охранных зон или зон санитарных ограничений, могут иметь ограничения на строительство, на использование инженерной инфраструктуры, либо потребуют дополнительных согласований. Это приводит к увеличению затрат и риска отказа в реализации проектов.

Заключение

Анализ показал, что аренда земельных участков, находящихся в муниципальной собственности, сопровождается различными рисками – от юридических и финансовых до экологических и социальных. На примере города Комсомольска-на-Амуре видно, что администрация предпринимает меры для снижения этих рисков: проводятся тендеры на определение рыночной стоимости аренды, организуются публичные аукционы, а также внедряются меры поддержки арендаторов.

Вместе с тем сохраняются проблемы, связанные с качеством кадастрового учёта, поддержками регистрации договоров и возможностью нецелевого использования земель.

Использование современных цифровых технологий, геоинформационных систем и инструментов искусственного интеллекта, а также дальнейшее совершенствование нормативной базы позволит минимизировать эти риски и сделать аренду муниципальных земель более прозрачным и эффективным инструментом управления городской территорией.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Земельный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (ред. от 31.07.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 25.09.2025).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 31.07.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 25.09.2025).

3. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : Федеральный закон от 06 октября 2003 г. № 131-ФЗ (ред. от 20.03.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 25.09.2025).
4. «Арендаторы муниципального имущества и земельных участков, освобождаются от уплаты начисленной пени» – URL: <https://www.kmscity.ru/news/2016/10/27/24031/> (дата обращения 21.09.2025)
5. Веселова М. Н. Аренда земельных участков, находящихся в муниципальной собственности / М.Н. Веселова, И.В. Хоречко // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2022. №5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arenda-zemelnyh-uchastkov-nahodyaschihsya-v-munitsipalnoy-sobstvennosti> (дата обращения: 25.09.2025).

УДК 304.3

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Лабуз Любовь Ивановна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lubov Ivanovna Labuz, student, Komsomolsk-na-Amure State University

КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ THE CONCEPT OF LIFE SAFETY FOR STUDENTS

Аннотация. В современном мире, характеризующемся возрастающими техногенными и природными рисками, формирование культуры безопасности жизнедеятельности становится одной из приоритетных задач образовательной системы. Данная статья отражает роль и значение знаний основ безопасности жизнедеятельности в подготовке студентов к самостоятельной жизни и их влияние на безопасность общества в целом. Проведенный анализ показывает, что систематическое изучение способствует формированию ответственного отношения к личной и общественной безопасности, развивает навыки превентивного мышления и готовность к действиям в экстремальных ситуациях.

Abstract. In the modern world, characterized by increasing technogenic and natural risks, the formation of a culture of safety of life is becoming one of the priorities of the educational system. This article explores the role and importance of knowledge of the basics of life safety in preparing students for independent living and their impact on the safety of society as a whole. The analysis shows that the systematic study of housing and communal services contributes to the formation of a responsible attitude to personal and public safety, develops skills of preventive thinking and readiness to act in extreme situations.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, культура безопасности, студенты, образование, общественная безопасность, риск-менеджмент

Keywords: life safety, safety culture, students, education, public safety, risk management

Введение

Безопасность жизнедеятельности – это междисциплинарная область знаний, направленная на изучение опасностей, угрожающих человеку, а также способов защиты от них.

Это особенно важно в современном обществе, когда технологический прогресс сопровождается появлением новых видов рисков. Данная проблема актуальна для всех поколений, но первоочередное значение имеет именно для молодежи. Студенческий возраст является критически важным периодом для формирования у юного поколения компетенций в области безопасности жизнедеятельности [1, 2].

Основная часть

Концепция безопасности жизнедеятельности (рисунок 1) базируется на системном подходе к анализу взаимодействия человека с окружающей средой. Основопологающими принципами данной дисциплины являются принципы превентивности, комплексности, адаптивности.

Под принципом превентивности предполагается приоритетность предупреждения возникновения опасных ситуаций над ликвидацией их последствий. Этот подход требует от индивидуума развития способности к прогнозированию возможных потенциальных рисков и принятию упреждающих мер безопасности.

Принцип комплексности рассматривает безопасность как многоуровневую систему, включающую личную, коллективную, общественную и государственную безопасность. Понимание взаимосвязи этих уровней формирует у студентов целостное представление о роли каждого человека в обеспечении общественной безопасности.

Принцип адаптивности подразумевает способность системы приспосабливаться к изменяющимся условиям и новым видам угроз. Для студентов это означает необходимость постоянного обновления знаний и навыков в области безопасности жизнедеятельности.

Изучение основ безопасности жизнедеятельности оказывает многостороннее влияние на формирование личности студента, способствуя развитию ключевых компетенций, необходимых для успешной жизни в современном обществе.

Развитие критического мышления является одним из важнейших результатов изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Студенты учатся анализировать потенциальные риски, оценивать достоверность информации, принимать обоснованные решения в условиях неопределенности. Эти навыки оказываются востребованными не только в чрезвычайных ситуациях, но и в повседневной жизни, профессиональной деятельности, межличностных отношениях [3].

Формирование ответственности за собственную безопасность и безопасность окружающих способствует развитию зрелой гражданской позиции. Студенты осознают, что безопасность общества зависит от поведения каждого его члена, что формирует чувство социальной ответственности и готовность к активному участию в общественной жизни.

Развитие стрессоустойчивости и способности к действиям в экстремальных ситуациях повышает общую психологическую устойчивость личности. Знание алгоритмов действий в чрезвычайных ситуациях снижает уровень тревожности и способствует формированию уверенности в собственных силах.

Эффективность преподавания основ безопасности жизнедеятельности во многом зависит от используемых педагогических методов и технологий.

Интерактивные методы обучения, к примеру, деловые игры, тренинги, решение ситуационных задач, позволяют студентам не только получить теоретические знания, но и отработать практические навыки действий в различных ситуациях.

Использование современных информационных технологий открывает новые возможности для визуализации опасных процессов, моделирования чрезвычайных ситуаций, создания виртуальных тренажеров. Особенно это важно при изучении редких, но потенциально катастрофических событий, воспроизведение которых в реальных условиях невозможно или крайне опасно.

Государственная политика в области безопасности должна включать в себя комплекс мер по поддержке образовательных программ, стимулированию научных исследований, созданию нормативно-правовой базы, обеспечивающей высокие стандарты безопасности во всех сферах жизни.

Роль средств массовой информации не менее важна. Качественная просветительская работа, освещение положительных примеров безопасного поведения, анализ причин и последствий чрезвычайных ситуаций способствуют повышению общественного сознания в вопросах безопасности [4].

Общественные организации и профессиональные объединения играют важную роль в распространении знаний основ безопасности жизнедеятельности, организации дополнительного обучения, проведении практических мероприятий по отработке навыков безопасного поведения.



Рисунок 1 – Обеспечение безопасности жизнедеятельности

Заключение

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности у студентов – важная задача, которая позволяет обеспечить безопасность в процессе учёбы и будущей профессиональной деятельности.

Знания о том, как защитить себя и спасти способствуют не только снижению рисков для отдельных личностей, но и формированию более безопасной социальной среды, экономической эффективности, социальной стабильности.

Дальнейшее развитие системы образования в области безопасности жизнедеятельности должно учитывать современные вызовы и тенденции, обеспечивая подготовку молодого поколения к жизни в быстро изменяющемся мире.

Необходимо постоянное совершенствование содержания, методов и форм обучения, активного использования современных технологий, развития международного сотрудничества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мельников, В. П. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В. П. Мельников. – Москва : КУРС:ИНФРА-М, 2019. – 400 с.
2. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 134 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: учебник для бакалавров / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова [и др.]; под ред. Э. А. Арустамова. - 22-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 446 с.
4. Ромейко, В. Л. Основы безопасности труда в техносфере : учебник / В.Л. Ромейко, О.П. Ляпина, В.И. Татаренко ; под ред. В.Л. Ромейко. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 351 с.

УДК 331

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

Трифоновна Полина Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Trifonova Polina Andreevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

ЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ, СПАСЕНИЕ ИЛИ ВРЕД?

PROTECTIVE SCREENS, SAVE OR HARM?

Аннотация. В статье рассмотрено влияние компьютера на физическое и психологическое состояние человека. Описаны методы защиты глаз от излучения в виде различных вариантов экранирования, защитных штор, специального освещения и корректирующих компьютерных очков. Даны рекомендации по сохранению здоровья человека при использовании компьютера и основам правильной эргономики рабочего места.

Abstract. The article discusses the impact of a computer on a person's physical and psychological well-being. It describes methods for protecting the eyes from radiation, such as various types of shielding, protective curtains, special lighting, and corrective computer glasses. The article also provides recommendations for maintaining good health while using a computer and the basics of proper workplace ergonomics

Ключевые слова: здоровье, защита, компьютер, монитор, экран, человек, безопасность.

Keywords: health, protection, computer, monitor, screen, person, safety.

Введение

Научно-технический прогресс несет в себе не только положительное влияние, но имеет ряд существенных недостатков. Речь пойдет о компьютеризации и последствиях для здоровья человека, которые возникают от данного вида техники. Мы находимся на стадии высоких технологий и постоянное нахождение за компьютером сопровождается практически каждым видом деятельности людей. В статье рассмотрим различные защитные экраны, которые могут значительно улучшить и облегчить длительную работу за мониторами.

Основная часть

Влияние экрана на здоровье человека.

Самый первый компьютер появился в 1941 году и влияние его на здоровье было колоссальным. Первые мониторы оказывали сильные излучения на здоровье человека, что вызывало ряд опасных заболеваний. На тот момент на этой проблеме не акцентировали большого внимания, но в наше время имеются научные подтверждения, что люди, работающие долгое время за компьютером, болеют в два раза чаще, чем человек, не находящийся постоянно у монитора.

Нервная система человека изначально не была готова к такому объёму новой информации и длительным нагрузкам за мониторами [1]. В современном мире данная проблема также существует. Наиболее частые жалобы при длительных нагрузках – это головные боли, перерастающие в мигрень, так как малое количество людей знает, как правильно организовывать рабочее пространство и пренебрегают защитными экранами или очками.

Следующее проявление негативного влияния – это ухудшение зрения в очень раннем возрасте. Если раньше у людей зрение портилось от различных факторов, которым подвергался человек в течение длительной жизни, то сейчас этим страдает каждый третий подросток [2,3].

Самым распространенным защитным способом от вышеуказанных проблем является экранирование.

Предназначение защитных экранов:

- снижение излучения от мониторов;
- снятие напряжения глаз;
- устранение лишних световых бликов.

Если акцентировать внимание на последнем предназначении, то современные защитные экраны должны обладать таким полезным свойством, как антибликовое покрытие (рисунок 1), которое позволяет более комфортно разместить монитор на рабочем месте и соответственно снизить нагрузку на глаза [4].

Сравнение и выбор средств защиты.

А почему именно защитный экран? Может быть, существуют какие-то иные, альтернативные способы защиты пользователя и повышения комфортности работы за монитором? Рассмотрим все возможные варианты:

- защитные шторы и специальное освещение;
- корректирующие компьютерные очки;
- сеточные экраны;

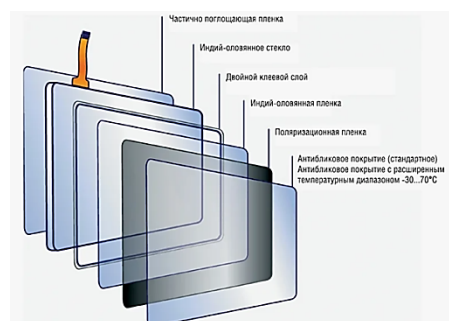


Рисунок 1 – Антибликовое покрытие

- пластиковые экраны;
- окрашенные стеклянные экраны;

1. Защитные шторы и специальное освещение. Защитные шторы пользуются спросом в школах в классах, где присутствует проектор, это обеспечивает приятную картинку для глаз. Что оказывает хорошую рабочую атмосферу.

Минусом данной защиты является то, что это не подойдет для людей, которые выполняют свою работу не только за компьютером, но и должны работать параллельно с документами.

2. Корректирующие компьютерные очки. Защитные очки прекрасно справляются со снятием нагрузки на глаза. Благодаря им можно избежать таких проблем как болезненные ощущения глаз и синдрома плаксивого глаза.

Однако очки не являются универсальным средством и не решат всех проблем при длительной работе, так как они не устранят проблем с бликами, лишним светом и мониторным излучением.

3. Сеточные экраны. Представляют собой очень маленькую железную сеточку, натянутую в пластиковой рамке и закрепляемую перед экраном монитора.

Такой выбор хорошо справляется с защитой человека от излучения, но, к сожалению, на этом все плюсы заканчиваются. Такие экраны создают плохую видимость, что влияет на дополнительное напряжение глаз.

4. Пластиковые экраны. Создают комфортную видимость картинки, устраняют блики, а также являются довольно бюджетным вариантом на рынке.

Однако, такие экраны являются очень хрупкими и спустя длительного пользования начинают желтеть, как и любой пластик. Не обеспечивают защиту от магнитного излучения, считаются не совсем экологичными.

5. Окрашенные стеклянные экраны. Также, как и пластиковые экраны обеспечивают комфортную видимость, снижают напряжение глаз

Главным минусом такой защиты является хрупкость и тем самым могут представлять опасность для работника.

Заключение

Мы рассмотрели различные способы защиты и разобрали их минусы и плюсы. Пришли к выводу, что специальные защитные экраны не могут представлять полную безопасность для здоровья, но способны немного улучшить и повысить комфорт и производительность труда

Таким образом рекомендуется использовать современные дополнительные приспособления для защиты своего здоровья и не пренебрегать указаниям производителей техники. Также не стоит забывать о том, что сам человек в силах защитить свое здоровье.

Самым главным советом является правильная организация рабочего места. Оптимальное расстояние от монитора до глаз – от 50 до 70 см [4, 5]. Экран и глаза должны находиться на одной линии, чтобы не приходилось опускать или задираť голову. А приобретение удобного кресла снизит нагрузку на позвоночник.

Выбирайте качественную технику. Неправильная яркость экрана и фиолетово-синий спектр света могут негативно сказаться на зрении и состоянии здоровья.

Введите в привычку при возможности внедрить в свой рабочий процесс зарядку для зрения и спины, например, когда находишься на обеденном перерыве или по возможности через каждые полтора часа.

Для хорошего психологического состояния рекомендуется после рабочего дня проводить прогулку на свежем воздухе, примерно два часа, к примеру, после работы или перед сном. Это улучшит настроение и выработку гормона счастья.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Смирнова, Е. А. Влияние офисной работы на здоровье сотрудников/ Е. А. Смирнова// Журнал охраны труда, 12(3), 2021. – С. 45–50.

2. Кузнецова, И. В. Профилактика профессиональных заболеваний у офисных работников/ И. В. Кузнецова // Издательство "Наука". – Москва, 2020
3. Ефремова, О.С. Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них / О.С. Ефремова. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 304 с.
4. Ковригин, А.О. Оценка медицинских последствий воздействия техногенных факторов на здоровье населения в отдаленном периоде/ А.О. Ковригин //Международно- научно-практическая конференция «Дальневосточная весна- 2021». – 2021. – С. 271-273.
5. Баранов, В. П. "Психоэмоциональные расстройства у офисных работников: причины и профилактика / В.П. Баранов, Т. А. Сидорова// Психология труда, 15(2), 2020.- С. 78–85.

УДК 625.745.11

Надёжкин Максим Евгеньевич, студент, ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nadezhkin Maxim Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, доцент кафедры «Строительство и архитектура», ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction and Architecture, Komsomolsk-na-Amure State University

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АРОЧНЫМИ И БАЛОЧНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

COMPARISON OF CABLE STRUCTURES WITH OTHER TYPES OF WORK

Аннотация. Благодаря своей легкости, простоте сборки и надежности в эксплуатации, вантовые конструкции обладают уникальной архитектурной выразительностью. Мы представляем общепринятые классификации вантовых систем, имеющие практическое значение, и анализируем целесообразность их применения. Отдельно рассматриваются набирающие популярность вантово-тентовые системы, которые успешно используются как для временных, так и для постоянных объектов, являясь источником вдохновения для именитых архитекторов.

Abstract. Due to their lightness, ease of assembly and reliability in operation, cable-stayed structures have a unique architectural expressiveness. We present generally accepted classifications of cable-stayed systems of practical importance and analyze the feasibility of their application. Cable-stayed awning systems that are gaining popularity are considered separately, which are successfully used for both temporary and permanent facilities, being a source of inspiration for renowned architects.

Ключевые слова: вантовые конструкции, распорки, пролетные сооружения геометрические формы, Стальные стержневые элементы, растяжение, подвесные сооружения.

Keywords: cable-stayed structures, spacers, geometric-shaped span structures, Steel rod elements, stretching, suspended structures.

Введение

Современные тренды в строительной отрасли диктуют необходимость поиска инновационных и эффективных решений, способных удовлетворить возрастающие потребности общества. В условиях нарастающей нагрузки на инфраструктуру и стремления к экологической устойчивости выбор конструктивных систем приобретает особую значимость. Вантовые конструкции, благодаря своим уникальным свойствам, занимают важное место в архитектуре и инженерии.

Цель данной работы заключается в сравнительном анализе вантовых конструкций по отношению к арочным и балочным системам. Исследование направлено на оценку эксплуатационных характеристик, экономической целесообразности и эстетической ценности этих конструкций. В задачи входит изучение сфер применения вантовых систем, выявление их достоинств и недостатков, а также разработка рекомендаций по их использованию в различных проектах.

В последнее время наблюдается растущий спрос на новаторские строительные решения, сочетающие в себе практичность, доступность и привлекательный внешний вид. Вантовые конструкции являются передовым методом проектирования, открывающим новые горизонты для создания сложных архитектурных форм. Тем не менее, для определения их места в строительстве требуется тщательное изучение их свойств и сравнение с привычными методами. [1-5]

Основная часть

Благодаря натяжению тросов, вантовые конструкции обеспечивают равномерное распределение нагрузок. Это, в свою очередь, уменьшает концентрацию напряжений в отдельных участках и способствует увеличению срока службы всей системы. Примером успешного применения вантовых конструкций является мост Золотые Ворота в Сан-Франциско, который демонстрирует высокую устойчивость к ветровым и сейсмическим нагрузкам благодаря своей продуманной конструкции. Вантовые системы также обеспечивают значительную экономию материала по сравнению с традиционными балочными конструкциями, так как тросы способны выдерживать большие нагрузки при меньшем собственном весе. Эти преимущества делают вантовые конструкции предпочтительным выбором для многих современных строительных проектов, где требуется сочетание прочности, устойчивости и экономичности.

Вантовые конструкции, благодаря своей уникальной архитектурной форме и особенностям распределения нагрузок, представляют собой интересный объект для анализа с точки зрения экономической эффективности. Исследования показывают, что стоимость строительства вантовых мостов может превышать таковую для традиционных балочных конструкций на 10–15%. Это связано с необходимостью применения специализированных материалов и технологий, а также с более сложным процессом проектирования. Тем не менее, несмотря на первоначально более высокие затраты, эксплуатационные расходы на вантовые конструкции часто оказываются ниже. Это объясняется меньшим количеством используемых материалов и сниженным весом конструкции, что уменьшает нагрузку на фундамент и, соответственно, затраты на его обслуживание. Примером служит мост «Миллениум» в Лондоне, который демонстрирует высокую долговечность и низкие затраты на обслуживание, что делает такие конструкции экономически выгодными в долгосрочной перспективе. Современные плоские вантовые конструкции применяются главным образом в висячих мостах, висячих покрытиях, канатных дорогах, подвесных переходах трубопроводов и других объектах.

Вантовые конструкции, благодаря своей уникальной форме и инженерным решениям, представляют собой образцы архитектурной выразительности. Вантовые конструкции – это не только инженерные решения, но и произведения искусства, гармонично сочетающие практичность с эстетической привлекательностью. Ярким примером служит мост Золотые Ворота в Сан-Франциско, ставший символом инженерного прогресса благодаря своему элегантному дизайну, подчеркивающему воздушность и простоту. Парижская Башня Мира, в свою очередь, олицетворяет современную архитектуру с ее вантовыми системами, демонстрируя инновационный подход. Таким образом, вантовые конструкции не только выполняют свои прямые задачи, но и обогащают облик современных городов, являясь частью архитектурного искусства.

Для проектирования надежных и долговечных вантовых конструкций необходимо использовать современные программные инструменты, такие как SAP200 и ANSYS. Они позволяют точно моделировать нагрузки и анализировать устойчивость конструкций. Важно учитывать, что вантовые конструкции, по мнению ряда исследователей, обладают геометрической неизменяемостью. В мостостроении ванты обычно соединяются с пилонами по лучевой или радиально-лучевой схеме. Таким образом, успешное проектирование требует комплексного подхода, сочетающего использование специализированного программного обеспечения и понимание геометрических особенностей конструкций.

Арочные конструкции, проверенные веками, являются фундаментом прочных и долговечных сооружений. Яркие примеры – римские акведуки и величественный Колизей. Их секрет в способности распределять нагрузку через изгиб на опоры, что позволяет создавать широкие пролеты. Сегодня, благодаря стали и железобетону, арочные решения по-прежнему

актуальны для мостов и масштабных перекрытий. Мост Ла-Рошель во Франции служит наглядным подтверждением их непреходящей надежности и прочности.

Балочные конструкции – это старинный и широко распространенный способ строительства, где горизонтальные балки поддерживают вес и передают его на опоры. Их надежность и легкость в использовании проверены временем. Современные балочные конструкции изготавливаются из различных материалов, таких как сталь, бетон и дерево, что делает их подходящими для разнообразных условий эксплуатации. Пролёты балочных систем могут достигать 50 метров, что позволяет применять их в строительстве мостов, промышленных зданий и других объектов. Примером успешного использования балочных систем служит мост Золотые Ворота в Сан-Франциско, где балки играют ключевую роль в обеспечении устойчивости и распределении нагрузки. При этом в последние десятилетия наблюдается тенденция к строительству висячих оболочек, которые также находят применение в общественных и спортивных зданиях. Благодаря своей экономичности и простоте, балочные системы продолжают оставаться популярным выбором для строительства жилых и коммерческих зданий.

Эксплуатационные характеристики строительных конструкций играют ключевую роль при выборе подходящего инженерного решения для конкретного проекта. В статье рассматриваются три вида конструкций: вантовые, арочные и балочные. Вантовые, отличающиеся устойчивостью к динамическим нагрузкам, оптимальны для мостов и спортивных объектов, например, пешеходных переходов. Арочные конструкции превосходно справляются с вертикальными нагрузками, что делает их востребованными для тоннелей и куполов. Балочные системы, благодаря легкости монтажа и универсальности, широко применяются в жилом и промышленном строительстве. Каждый тип конструкции обладает своими особенностями, позволяющими эффективно решать различные строительные задачи.

При проектировании строительных конструкций ключевыми параметрами являются размер пролета, характер нагрузок и условия эксплуатации. Для перекрытия больших пространств оптимальны вантовые системы, отличающиеся легкостью и высокой несущей способностью. В ситуациях с интенсивными нагрузками, например, при строительстве под землей, эффективны арочные конструкции, способные равномерно распределять вес. Разнообразие материалов, используемых в конструкции мостов, «дополнительно расширяет сложившуюся типологию, поскольку разные материалы, применяемые при одной и той же конструктивной схеме, приводят к появлению новых типов объектов, повышают их художественную выразительность». Таким образом, эксплуатационные показатели и выбор материалов значительно влияют на выбор конструкции, определяя её эффективность и долговечность в конкретных условиях.

Экономическая оценка различных конструкций является важным аспектом, определяющим их выбор в строительных проектах. Вантовые конструкции, такие как мост Акаши-Кайкё в Японии, характеризуются высокой стоимостью строительства, которая может достигать миллиардов долларов. Однако их долговечность, минимальные эксплуатационные затраты и способность перекрывать значительные пролеты делают их экономически оправданными в долгосрочной перспективе. Мосты арочного типа, подобные Сиднейскому Харбор-Бридж, отличаются прочностью и стабильностью, но их возведение обходится дорого из-за большого расхода материалов и трудоемкости. В то же время, балочные конструкции, применяемые для коротких участков, например, на железнодорожных путях, более выгодны благодаря экономии материалов и ускоренному строительству.

Внешний вид зданий и сооружений сильно влияет на то, как их воспринимают и как они вписываются в окружающее пространство. Например, вантовые мосты, как мост Мийо, впечатляют своим современным видом, а арочные, вроде Понте Веккьо, ценятся за их классическую красоту и историческую значимость. Балочные конструкции, хоть и не столь эффектны, могут быть спроектированы так, чтобы гармонизировать с ландшафтом. При выборе типа конструкции для архитектурного проекта необходимо учитывать ее назначение и окружение.

При проектировании зданий и сооружений инженеры учитывают назначение объекта, условия использования, экономическую эффективность и эстетику. Для больших пространств применяют вантовые конструкции из-за легкости и прочности, арочные – для равномерного распределения веса в акведуках и куполах, и балочные системы – из-за простоты и доступности в жилом и коммерческом строительстве. Выбор конструкции зависит от индивидуальных требований проекта, стремясь к балансу между функциональностью, долговечностью и стоимостью.

Сравнивая вантовые конструкции с арочными, можно отметить, что последние обеспечивают надежность и стабильность, хотя и имеют ограничения по длине пролета. Типичный пример - мост через реку Лоха в Шотландии, где арочная конструкция позволяет перекрывать пролеты до 500 метров. Это примерно вдвое меньше по сравнению с вантовыми конструкциями, что сужает их применение в проектах с большими пролетами. При этом целесообразны пролетные строения с движением понизу, что позволяет минимизировать строительную высоту. Такие конструкции обычно состоят из двух главных ферм, балочной клетки и системы связей.

В отличие от вантовых, арочные конструкции требуют большего количества материалов из-за массивности своих элементов, таких как арки и опоры. Традиционные арочные конструкции обладают высокой несущей способностью, но новые технологии позволили создать более легкие и экономически выгодные комбинированные системы, использующие ванты вместе с элементами на сжатие и изгиб для покрытий.

Балочные конструкции, несмотря на простоту изготовления, уступают вантовым и арочным системам по грузоподъемности из-за ограниченной способности передачи нагрузки. Однако использование стеклопластика, который обладает высокой прочностью, жесткостью и малым весом, может повысить их эффективность, особенно в туннельных сооружениях, где важны надежность и легкость.

Вантовые конструкции обладают высокой точностью и надежностью, но требуют больших затрат на специализированное оборудование и технологии. В отличие от них, арочные конструкции более экономичны, так как их элементы можно производить на месте, что снижает транспортные расходы и упрощает монтаж.

Подведем все итоги и составим сравнительную таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица

Критерий	Вантовые конструкции	Арочные конструкции	Балочные конструкции
Пространственная сложность	Высокая; требует точных расчетов и монтажа	Средняя; требует строгой формы и опор	Низкая; просты в проектировании и монтаже
Техническая сложность	Высокая; нужен специальный расчет натяжения	Средняя; требует точной геометрии	Низкая; чаще всего стандартные решения
Материалоемкость	Обычно эффективнее за счет минимальных опор	Может потребовать больше материала для устойчивости	Более материалозависимы; требуют массивных опор
Объем опор и иных элементов	Меньше за счет натяжных элементов и дисплеев	Меньше, чем у балочных, но больше, чем у вантовых	Меньше; опоры обычно нужны в конце
Прозрачность и эстетика	Высокая; эффект легкости и современности	Высокая; элегантный вид, арки создают объем	Менее эстетичны, обычно выглядят проще
Расчетная нагрузка	Хорошо воспринимают натяжение и сжатие	Хорошо воспринимают сжатие, тяжелые нагрузки	Лучше работают с равномерными нагрузками
Стоимость	Часто дороже из-за сложности и материалов	Может быть дешевле при массовом использовании	Самый дешевый, конструкция простая

Закключение

Вантовые конструкции выгодны в ситуации, когда важна прозрачность, легкость и современные эстетические решения. Однако они дороже и требуют высокой точности монтажа.

Арочные конструкции подходят для долговечных и эстетичных зданий, более просты, чем вантовые, но требуют точного проектирования.

Балочные конструкции отличаются простотой и доступностью, что делает их идеальным выбором для менее сложных проектов. При этом они способны создавать привлекательный внешний вид, но их применение сопряжено с большим расходом материалов.

Анализ показал, что вантовые конструкции являются предпочтительным выбором для определенных задачи, превосходя арочные и балочные системы. Они демонстрируют выдающуюся устойчивость к динамическим нагрузкам, что делает их идеальными для проектов с большими пролетами. Кроме того, они обладают экономическими и эстетическими преимуществами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вантовые системы. – URL: <https://sts-hydro.ru/technology/cable-stayed-systems> (дата обращения: 27.09.2025)
2. Вантовые конструкции. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vantovye-struktury> (дата обращения: 27.09.2025)
3. История тентовой архитектуры. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vantovye-struktury> (дата обращения: 27.09.2025)
4. Сысоев, О. Е. Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению. / О. Е. Сысоев, М. Н. Малов. – Комсомольск-на-Амуре : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, 2023. – 362-365 с.
5. Агеева, Е. Ю. Конструктивные особенности висячих покрытий в общественных зданиях : учеб. пособие для вузов / Е. Ю. Агеева, В. А. Тишков, А. Е. Филимонова; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н. Новгород : ННГАСУ, 2015. – 87 с.

УДК 621.311.22

Немолякин Кирилл Андреевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nemolyakin Kirill Andreevich, master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Komsomolsk-na-Amure State University

КОМПАНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГЛАВНЫХ КОРПУСОВ ТЭС КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ КРУПНЫХ АВАРИЙ LAYOUT SOLUTIONS IN THE DESIGN OF THE MAIN BUILDINGS F THERMAL POWER PLANTS AS A FACTOR IN REDUCING THE CONSEQUENCES OF MAJOR ACCIDENTS

Аннотация. В статье рассматриваются особенности компоновочных решений при проектировании главных корпусов тепловых электростанций. Особое внимание уделяется методическим подходам к снижению риска крупных аварий на этапе проектирования. Проанализированы существующие нормативные требования, а также приведены примеры современных проектных решений, направленных на повышение промышленной безопасности. Сделан вывод о значимости рациональной пространственной организации зданий ТЭС в контексте предотвращения техногенных катастроф.

Abstract. The article examines the layout solutions in the design of main buildings of thermal power plants. Special attention is given to methodological approaches aimed at reducing the risk of major

accidents at the design stage. Existing regulatory requirements are analyzed, along with examples of modern design solutions aimed at improving industrial safety. The study concludes the importance of rational spatial organization of TPP buildings in preventing man-made disasters.

Ключевые слова: тепловая электростанция, компоновка, проектирование, промышленная безопасность, аварийные риски, зонирование, ТЭС.

Key words: thermal power plant, layout, design, industrial safety, accident risks, zoning, TPP.

Введение

Проектирование главных корпусов тепловых электростанций (ТЭС) представляет собой сложный инженерно-архитектурный процесс, от которого напрямую зависит не только эффективность функционирования станции, но и уровень её промышленной безопасности. В условиях роста масштабов энергетического производства и повышения требований к надёжности энергообъектов особенно актуальной становится задача минимизации техногенных рисков, связанных с аварийными ситуациями. Практика показывает, что именно на этапе архитектурно-планировочных решений закладываются ключевые параметры устойчивости объектов к возможным чрезвычайным ситуациям.

Цель настоящей статьи – проанализировать компоновочные решения, применяемые при проектировании главных корпусов ТЭС, с позиции обеспечения промышленной безопасности и снижения вероятности крупных аварий. В качестве задач исследования выделяются: изучение нормативной базы и проектных стандартов, определяющих требования к планировке; анализ примеров успешных решений в отечественной и зарубежной практике; обобщение методических подходов к организации пространственной структуры зданий ТЭС.

Предметом исследования выступают архитектурно-планировочные решения, реализуемые в процессе проектирования главных корпусов ТЭС, и их влияние на уровень техногенной безопасности.

Современное состояние проблемы свидетельствует о необходимости пересмотра традиционных подходов к проектированию промышленных энергетических объектов. В условиях нарастающей сложности инженерных систем и ужесточения требований к безопасности требуется комплексный подход, предполагающий интеграцию архитектурных, технологических и регламентных аспектов проектирования. Исследование направлено на выявление таких подходов и формирование рекомендаций по совершенствованию компоновочных решений в энергетическом строительстве.

Проблематика проектирования главных корпусов ТЭС

Проектирование главных корпусов тепловых электростанций (ТЭС) сопряжено с рядом проблем, связанных с обеспечением промышленной безопасности и минимизацией риска аварийных ситуаций. Статистика свидетельствует о значительном числе инцидентов на ТЭС, обусловленных различными факторами, включая конструктивные недостатки и ошибки в проектировании [1]. Например, в период с 1999 по 2020 год выбросы от угольных электростанций в США были связаны с приблизительно 460 000 случаев преждевременной смертности среди населения. Это подчеркивает необходимость тщательного подхода к проектированию и эксплуатации ТЭС с целью снижения негативного воздействия на здоровье людей и окружающую среду [2].

Причины аварий на ТЭС разнообразны, но в 90% случаев они связаны с отказом оборудования, что часто приводит к пожарам. В частности, 70% таких аварий происходят в машинных отделениях, более 20% – в котельных, и около 5% – в кабельных туннелях. Эти данные подчёркивают критическую важность надёжности оборудования и эффективности компоновочных решений в ключевых зонах ТЭС [3].

Компоновка оборудования и организация пространств внутри главных корпусов напрямую влияют на возможность локализации аварий и эффективность эвакуации персонала. Например, недостаточное зонирование функциональных блоков может способствовать быстрому распространению огня или других поражающих факторов, тогда как грамотное разделение зон с учётом потенциальных рисков способно существенно снизить масштабы

последствий аварий [4]. Анализ статистики аварий на ТЭС и их причин свидетельствует о необходимости тщательного подхода к проектированию главных корпусов с акцентом на компоновочные решения. Учёт факторов риска, надёжность оборудования и продуманная организация внутренних пространств являются ключевыми элементами в обеспечении промышленной безопасности и минимизации последствий возможных аварий [5].

Классификация компоновочных решений при проектировании ТЭС базируется на учете факторов риска и функциональном зонировании. Разделение зон с высоким риском и обеспечение их изоляции, оптимизация маршрутов эвакуации и доступа спецтехники являются неотъемлемыми элементами эффективной компоновки. Применение современных технологий, таких как цифровое моделирование и BIM-технологии, позволяет более точно прогнозировать поведение системы в аварийных ситуациях и разрабатывать оптимальные решения для повышения безопасности.

Методические подходы к снижению аварийности за счет компоновки

Эффективная пространственная организация и зонирование функциональных блоков позволяют минимизировать последствия возможных инцидентов. Разделение зон с высоким риском и их изоляция являются основополагающими принципами при проектировании ТЭС. Например, в случае аварии на ТЭС, где отсутствует четкое зонирование, вероятность распространения пожара или взрыва на соседние участки значительно возрастает. Изоляция опасных зон посредством физических барьеров и расстояний снижает вероятность эскалации аварийной ситуации. Согласно исследованиям, проведенным на ТЭС мощностью 192 МВт, недостаточное зонирование и отсутствие четких маршрутов эвакуации могут привести к увеличению времени реагирования персонала на 30–40%, что критично в условиях аварии.

Оптимизация маршрутов эвакуации и обеспечения доступа для специализированной техники также критически важна. Непродуманная планировка может привести к заторам и задержкам при эвакуации, увеличивая риск для жизни и здоровья персонала. В соответствии с рекомендациями Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), при проектировании ТЭС необходимо предусматривать достаточное количество выходов и путей эвакуации, а также учитывать возможность быстрого доступа аварийно-спасательных служб к ключевым зонам объекта.

Инновационные подходы в архитектурной компоновке, такие как использование технологий информационного моделирования зданий (BIM), существенно повышают эффективность проектирования и эксплуатации ТЭС. BIM позволяет создавать детальные цифровые модели объектов, что облегчает анализ и оптимизацию пространственной организации, зонирования и путей эвакуации. Например, применение BIM при проектировании энергетических объектов позволило сократить время на выявление и устранение проектных коллизий на 20–30%, что приводит к снижению затрат и повышению безопасности.

Заключение

Проведённый анализ показал, что компоновочные решения, принимаемые на этапе проектирования главных корпусов тепловых электростанций, оказывают прямое влияние на уровень промышленной безопасности объектов энергетики. Выявлено, что именно архитектурно-пространственные параметры, включая зонирование, маршруты эвакуации и степень изоляции потенциально опасных зон, способны как значительно снизить вероятность аварий, так и ограничить их последствия. Кроме того, внедрение цифровых технологий, таких как информационное моделирование (BIM), открывает новые возможности для оптимизации планировочных решений и более точного прогнозирования поведения зданий и оборудования в условиях экстремальных ситуаций.

Значимость компоновочных решений подтверждается как теоретическими разработками, так и конкретными примерами отечественной и зарубежной практики, где рациональное планирование способствовало предотвращению крупных техногенных катастроф. Это указывает на необходимость комплексного подхода к проектированию объектов теплоэнергетики, сочетающего инженерные расчёты, архитектурные приёмы и современные цифровые инструменты.

Дальнейшие исследования в этом направлении могут быть направлены на разработку адаптивных моделей проектирования с учётом климатических, территориальных и эксплуатационных особенностей, а также на совершенствование нормативной базы, регламентирующей безопасность энергетических объектов. Повышение надёжности и устойчивости ТЭС – важная задача не только для специалистов в области энергетического строительства, но и для общества в целом, учитывая значимость таких объектов в национальной инфраструктуре.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Купцов, И.П. Проектирование и строительство тепловых электростанций / И.П. Купцов, Ю.Р. Иоффе. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 408 с.
2. Эстрин, И.А. Проектные решения компоновки оборудования теплоэнергетических систем и установок. Принципы компоновки тепловых электростанций: учебно-методическое пособие / И.А. Эстрин. – Ростов н/Д: РГУПС, 2019. – 28 с.
3. Васильев, С.И. Основы промышленной безопасности. Часть 1. / С.И. Васильев, Л.Н. Горбунова. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 502 с.
4. Дмитриев, Е.А. Охрана труда и промышленная безопасность на ТЭЦ-27/ Е.А. Дмитриев, В.В. Ершов, В.Б. Карпов. – М.: Мосэнерго, 1992. – 19 с.
5. Козлов, В.Ф. Ситуационные планы ТЭС и АЭС: учебно-методическое пособие / В.Ф. Козлов. – Минск: Высшая школа, 2019. – 99 с.

УДК 622.24

Никулина Екатерина Евгеньевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nikulina Ekaterina Evgenievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeny Olegovich, candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК REVIEW AND CLASSIFICATION OF MODERN DRILLING RIGS

Аннотация. Для геологических исследований, строительства, обустройства скважин и нефтегазодобычи вне заводских условий требуются современные буровые установки. За последние годы технологические решения значительно улучшили их производительность, безопасность, как для людей, так и для окружающей среды. Техника различается комплектацией. Каждая установка разрабатывается с учетом особенностей определенной задачи. В данной статье будут рассмотрены современные буровые установки, их классификация и область применения.

Abstract. Modern drilling rigs are required for geological exploration, construction, well development and oil and gas production outside of factory conditions. In recent years, technological solutions have significantly improved their productivity, safety, both for people and for the environment. The equipment differs in its configuration. Each rig is developed taking into account the features of a specific task. This article will consider modern drilling rigs, their classification and scope of application.

Ключевые слова: буровая установка, скважина, строительство, установка, применение.

Key words: drilling rig, well, construction, installation, application.

Введение

Буровые установки представляют собой комплекс различных механизмов, подобранных на общей платформе для реализации конкретных буровых операций. Они обеспечивают возможность проведения полного цикла бурения. Буровая установка может быть самоходной – на гусеничном или колесном ходу, либо выполнена в виде прицепа на шасси или лыжах.

Основная часть

Современные буровые установки классифицируются по нескольким параметрам, включая тип привода, мобильность, метод бурения и глубину скважины. [1-4] Они могут быть классифицированы по типу рабочего органа:

Роторные буровые установки – одни из наиболее распространённых видов бурового оборудования. В них вращение от двигателя передается бурильному инструменту посредством ротора. Роторное бурение является эффективным методом создания скважин, особенно в твердых грунтах, благодаря своей высокой скорости и возможности подбора оборудования с необходимыми параметрами диаметра бурения. Эффективность и универсальность роторных установок обеспечивают их широкую сферу применения:

- бурение скважин под сваи для фундаментов зданий и мостов,
- бурение разведочных и эксплуатационных скважин для добычи нефти и газа,
- бурения скважин для водоснабжения и геотехнических исследований.

Шпиндельные - универсальный и точный тип оборудования, ключевым элементом которого является шпиндель. Именно он отвечает за вращение, подъем и опускание бурового инструмента, обеспечивая процесс бурения. Благодаря своей конструкции, подходит для работы в разнообразных геологических условиях. Могут применяться для:

- исследования горных пород, почвы,
- разведки месторождений полезных ископаемых,
- проектирования фундаментов, измерения уровня грунтовых вод,

Турбинные – тип оборудования, в которых ключевым буровым инструментом является турбина, расположенная непосредственно в скважине. Турбина использует буровую жидкость для создания вращательного движения, что позволяет эффективно бурить твердые породы. Применяются для:

- эффективного бурения нефтяных скважин, газовых скважин,
- прокладки транспортных тоннелей и метро,
- изучения геологической структуры земли и определения наличия полезных ископаемых.

Электробуровые установки – буровые оборудования, в которых ключевым источником для вращения бурового инструмента служит электроэнергия, передаваемая через электродвигатель. Электрический двигатель трансформирует электрическую энергию в механическую, что обеспечивает вращение бурового инструмента с высокой точностью и контролем. Применяются для:

- бурения неглубоких скважин, проведения геофизических исследований, анализа химического состава.
- бурения скважин при создании свайных фундаментов, укрепления грунта
- бурения скважин для добычи воды

Ударно-канатные буровые установки – оборудование для создания скважин, основанное на многократных ударах по породе стальным долотом, подвешенным на канате, в результате чего происходит разрушение структуры грунта. Эти установки предназначены для бурения твердых пород и создания скважин средней глубины. Они используются, для:

- разведки и добычи полезных ископаемых,
- бурения скважин для водоснабжения и орошения,
- бурения разведочных скважин на воду.

Классификация по мобильности:

Стационарные буровые установки, как правило, размещаются на неподвижных, фиксированных платформах или основаниях. Данный тип оборудования предназначен для продолжительной работы на одной локации, выполнения глубокого бурения в сложных условиях эксплуатации. В зависимости от конструктивных особенностей, подобные установки могут применяться для бурения как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях. Наиболее часто применяются для:

- эксплуатационного бурения на крупных месторождениях нефти и газа,

- фундаментных работ в строительстве,
- бурения скважин для прокладки трубопроводов, кабелей под дорогами, реками.

Переносные – это компактные буровые машины, разработанные для работы в условиях ограниченного пространства или труднодоступной местности. Их ключевое преимущество - мобильность, позволяющая быстро перемещать установку между разными точками бурения. Установки применяются в различных областях:

- бурение скважин на воду,
- геологоразведка,
- строительные работы.

Самоходные – это устройства для выполнения буровых работ, которые способны передвигаться самостоятельно благодаря встроенной колесной и гусеничной платформе. Их главное достоинство - возможность быстрой смены местоположения и адаптации к различным условиям работы. Виды самоходных буровых установок: малогабаритные – для бурения на небольшую глубину до 100 метров, гидравлические – управляются с пульта и не требуют подключения к электросети, для колонного бурения – работают по кругу, оставляя внутреннюю часть земляного кома целой. Применяются для:

- установки свайных фундаментов для зданий и мостов,
- бурения скважин для водоснабжения и дренажных систем,
- геологоразведочных работ для поиска полезных ископаемых,
- добычи нефти и газа на суше,
- бурения скважин для установки опор линий электропередач и уличного освещения.

Классификация по глубине бурения:

Неглубокие буровые установки – представляют собой специализированное оборудование, предназначенное для бурения на небольшую глубину от 100 до 350 метров. Разновидности: малогабаритные буровые установки (МГБУ) – характеризуются компактными размерами и мобильностью, шнековые буровые установки – характеризуются высокой скоростью прохождения грунта, разведочные буровые установки. Широко применяются для:

- бурения скважин для обеспечения частных домов и поселков водой,
- определения состава грунтов,
- устройства фундаментов.

Средние - установки, предназначенные для бурения скважин средней глубины от 250 до 600 метров и широко применяются как на суше, так и в некоторых морских условиях. Примеры: Установки для инженерных изысканий: часто используются для извлечения образцов породы с сохранением слоев. Установки для гидрогеологических исследований: применяются для бурения скважин для мониторинга подземных вод и извлечения образцов воды. Установки для бурения технических скважин: используются для бурения скважин для различных технических целей.

Глубокие – комплексы оборудования для бурения скважин на значительную глубину, предназначенные для работы в сложных геологических условиях. Такие установки могут бурить на глубину до 1500-3000 метров и более. Особенности: высокая грузоподъемность и мощность, автоматизированные системы управления и контроля, наличие мощных насосов для циркуляции бурового раствора, возможность работы в различных условиях, специальное оборудование для спуска и подъема бурильной колонны, системы безопасности для защиты персонала и оборудования. Применяются для:

- разведки и добычи полезных ископаемых,
- создания глубоких скважин для добычи нефти и газа,
- бурения фундаментов, свай, инженерных коммуникаций,
- бурения артезианских скважин,
- контроля состояния подземных вод.

Далее приведена структура поставок буровых установок работы (рисунок 1).

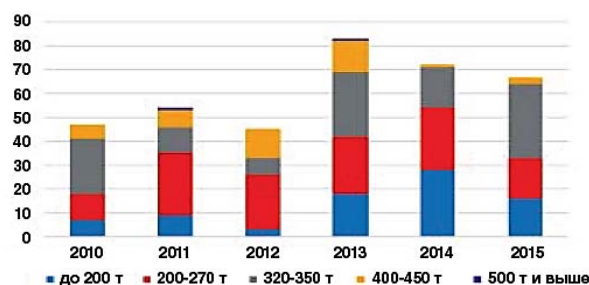


Рисунок 1 – Структура поставок буровых установок на рынок РФ

Совершенствование современных буровых комплексов – это непрерывный прогресс, направленный на увеличении производительности, обеспечения безопасности и экологичности производства. Инновационные технологические решения предоставляют новые возможности для разведки, исследования и добычи ресурсов в труднодоступных местах. Перспективы бурового оборудования неразрывно связаны с прогрессом в области робототехники, автономных систем управления и применением возобновляемых источников энергии. Их развитие позволит существенно оптимизировать добычу полезных ископаемых, сократить затраты и поднять уровень безопасности буровых работ. Также проводятся исследования по минимизации негативного воздействия оборудования на окружающую среду, повышению его энергоэффективности и обеспечению безопасности персонала.

Заключение

В настоящее время буровые установки нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, включая добычу нефти и газа, строительный сектор и горнодобывающие промышленности. Современные буровые установки представляют собой высокотехнологические комплексы, объединяющие передовые технологии автоматизации, материаловедения и экологической безопасности. Их развитие позволяет более эффективно извлекать природные ресурсы, снижая при этом негативное влияние на окружающую среду.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баграмов, Р. А. Буровые машины и комплексы : учебник для вузов / Р. А. Баграмов. – М. : Недра, 1988. – 501 с.
2. Сафонов, Н. А. Буровое дело : учебное пособие / Н. А. Сафонов, В. Г. Ильин, Г. М. Краснощеков. – М. : Агропромиздат, 1987 – 176 с.
3. Рябчиков, С. Я. Буровые машины и механизмы : учебное пособие для вузов / С. Я. Рябчиков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2010.
4. Поляков Г.Д. Проектирование, расчет и эксплуатация буровых установок : учебное пособие / Г. Д. Поляков, Е. С. Булгаков, Л. А. Шумов. - Москва : Недра, 1983. - 318 с.

УДК 728.1:711.4:72.036

Онучина Анна Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Onuchina Anna Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Гринкруг Наталья Владимировна, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет;

Greenkrug Natalya Vladimirovna, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТОГО ЖИЛЬЯ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ BASIC PRINCIPLES OF BUILDING SMALL-SIZED HOUSES IN FOREIGN COUNTRIES

Аннотация. Статья представляет комплексный анализ принципов формирования среды малогабаритного жилья (МГЖ) в зарубежных странах. На основе изучения опыта Японии, Франции, США и Китая выявлены универсальные глобальные тренды, обусловленные урбанизацией, ростом цен на недвижимость и демографическими изменениями. К ним относятся: мо-

дульность, трансформируемость, многофункциональность, встроенность мебели и систем хранения, максимальное использование объема, миниатюризация инженерного оборудования, визуальные приемы расширения пространства, а также стандартизация и нормативное регулирование.

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of the principles of the formation of a small-sized housing environment in foreign countries. Based on the experience of Japan, France, the USA and China, universal global trends have been identified due to urbanization, rising real estate prices and demographic changes. These include: modularity, transformability, versatility, built-in furniture and storage systems, maximum use of volume, miniaturization of engineering equipment, visual techniques for expanding space, as well as standardization and regulatory regulation.

Ключевые слова: малогабаритное жилье, принципы проектирования, трансформируемое пространство, миниатюризация, встроенная мебель, японский опыт, парижская студия, Tiny Houses, микроквартиры, китайское массовое жилье, нормативное регулирование, урбанизация. Key words: small-sized housing, design principles, transformable space, miniaturization, built-in furniture, Japanese experience, Parisian studio, Tiny Houses, microflats, Chinese mass housing, regulatory regulation, and urbanization.

Введение

Малогабаритное жилье (МГЖ) – глобальный ответ на урбанизацию, рост цен на недвижимость и изменение демографии. Несмотря на культурные, экономические и исторические различия, анализ опыта ведущих стран (Япония, Франция, США, Китай) выявляет как универсальные принципы проектирования, так и уникальные национальные подходы к формированию комфортной среды на ограниченной площади. [1-6]

Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях глобальной урбанизации, стремительного роста стоимости городской земли и изменения демографической структуры населения (увеличение числа одиноких людей, малых семей) проблема обеспечения доступным и комфортным жильем приобретает особую остроту. Малогабаритное жилье (МГЖ) перестает быть нишевым решением, превращаясь в массовый и востребованный формат городского жилища по всему миру. Однако проектирование и формирование качественной жилой среды на ограниченной площади – сложная задача, требующая выработки специфических принципов и подходов. Опыт зарубежных стран, столкнувшихся с этими вызовами ранее и выработавших разнообразные, подчас уникальные решения, представляет огромный научный и практический интерес. Изучение их опыта позволяет выявить как универсальные, глобально применимые тренды, так и особенности, обусловленные культурным кодом, историческим контекстом и государственной политикой. Это знание критически важно для разработки эффективных стратегий развития МГЖ в других национальных контекстах, включая российский, с целью преодоления жилищного дефицита и создания достойных условий жизни в условиях уплотняющейся городской застройки.

Цель работы – на основе сравнительного анализа практик формирования среды малогабаритного жилья в ключевых зарубежных странах (Япония, Франция, США, Китай) выявить универсальные принципы проектирования и организации пространства, а также определить специфические национальные особенности их реализации, обусловленные комплексом социально-экономических, культурно-исторических и нормативно-правовых факторов.

Основная часть

Универсальные Принципы Формирования МГЖ (Глобальные Тренды):

1. Модульность: Использование стандартизированных элементов (мебель, сантехника, конструкции) для оптимизации производства, сборки и гибкости планировки.
2. Трансформируемость: Ключевой принцип. Пространство и мебель легко меняют функцию (раздвижные перегородки, откидные/подъемные столы и кровати, мебель-трансформер), многократно повышая эффективность использования площади.
3. Многофункциональность: Каждый элемент и зона служат нескольким целям (кухонный остров = стол + рабочее место, диван = кровать, лестница = система хранения).

4. Встроенность Мебели и Хранения: Максимальное использование периметра, углов и высоты встроенными шкафами, нишами, гарнитурами, подиумами. Свободностоящая мебель минимизируется для визуального простора.

5. Максимальное Использование Объема: Активное освоение вертикали через: антресольные спальные места (лофты), шкафы до потолка, подвесные полки, многоуровневые подиумы. Высокие потолки – значительное преимущество.

6. Визуальное Расширение Пространства: Приемы для создания иллюзии простора: светлые цветовые схемы (белый, бежевый, пастель), большие, желательны панорамные окна, стратегическое размещение зеркал, глянцевые поверхности, непрерывные напольные покрытия, минимизация визуального "шума" (чистые линии, скрытое хранение).

7. Миниатюризация Инженерного Оборудования и Мебели: компактная сантехника (узкие душевые кабины, угловые унитазы, маленькие раковины, раковины над унитазом), минитехника для кухни (узкие холодильники, 2-конфорочные плиты, комбинированные стирально-сушильные машины), многофункциональная мебель-трансформер премиум-класса.

8. Стандартизация и Нормативное Регулирование: установление законодательных минимумов площадей, высот потолков, инсоляции, размеров санузлов, разработка типовых планировочных решений, адаптация норм под новые реалии (напр., Appendix Q к IRC в США для крошечных домов).

Эти принципы реализуются по-разному, приобретая национальную специфику.

Япония: Гармония Традиций и Инноваций.

Драйверы: Экстремальная нехватка земли (особенно в мегаполисах), высокая сейсмичность, культурные традиции минимализма (ваби-саби) и гибкости пространства.

Особенности:

1. Традиции как основа: Модульность татами, раздвижные перегородки (сёдзи, фусума), многофункциональность пространства, встроенное хранение (оси-ирэ), философия осознанного минимализма (рисунок 1).



Рисунок 1 – пример модуль Татами

2. Современные решения: "Дома-коробки" (арх. Шигеру Бан) и микроквартиры (15-25 м²) – высший пилотаж оптимизации.

3. Максимум объема: Повсеместное использование антресольных спальных мест (лофтов), хранение в нишах, под лестницами, подиумами.

4. Передовая миниатюризация: Совмещенные санузлы (Unit Bath, 1-2 м²), минитехника, "невидимая" инфраструктура, системы "умный дом".

Ключевой урок: Абсолютный приоритет встроенного хранения, вертикального зонирования, трансформации и миниатюризации технологий. Культурное принятие компактности.

Франция: Элегантная Компактность в Историческом Контексте.

Драйверы: Сохранение исторического фонда (особенно Париж), высокая стоимость центрального жилья, строгое законодательство.

Особенности:

1. Типология: Парижские "студии" (16-25 м² без выделенной спальни), мансарды (со скосами) (рисунок 2), ателье (высокие потолки 3.5-5+ м).



Рисунок 2 – пример мансарды. Квартиры на последних этажах под скатной крышей

2. Антресоль-кровать: Визитная карточка для пространств >3 м. Требует точного расчета и качества исполнения.

3. Работа с ограничениями: Запрет на изменение фасадов, сложные формы старых зданий. Использование исторических ниш, псевдо-ниш из ГКЛ.

4. Компактные санузлы: Искусство миниатюризации (угловые душевые, подвесная сантехника, раковины-тумбочки, совмещенные санузлы – норма).

5. Элегантность: Светлые монохромные палитры, большие зеркала, многоуровневое освещение, минимальный, но акцентный декор, качественные материалы даже на малой площади.

6. Законодательство: Строгие минимальные площади (9 м^2 для осн. комнаты), правила инсоляции (окно $\geq 1/6$ площади пола), "Правило Карреза" (учет только площадей с высотой >1.80 м).

Ключевой урок: Мастерство баланса между историей, законом и комфортом. Визуальные приемы – функциональная необходимость. Качество исполнения критично.

США: Свобода, Автономия и Урбанистическая Экономия.

Драйверы: Движение "Tiny Houses" (идеология свободы, экологии, минимализма), предельная стоимость жилья в мегаполисах.

Особенности:

1. Tiny Houses (ТН) (рисунок 3):



Рисунок 3 – пример THOWs (Tiny Houses on Wheels) Домики на прицепе

Философия: Осознанный минимализм, финансовая независимость, экологичность, мобильность.

Типы: THOWs (Tiny Houses on Wheels $<37.2 \text{ м}^2$) - мобильность, обход норм; THOFs (на фундаменте) - сложности с зонированием.

Автономность (Off-the-Grid): Солнечные панели, сбор дождевой воды, компостные туалеты, высокоэффективное отопление/изоляция.

Технологии: Передовая трансформируемая мебель (Lift Bed, Ori Systems), большие окна, связь с внешним пространством.

2. Микроквартиры ($23\text{-}37 \text{ м}^2$): Ответ на дорогую аренду (Нью-Йорк, Сан-Франциско, Бостон). Примеры: "My Micro NY" (модульность, антресоли, высота потолков $\sim 3\text{м}$), "апартаменты" с сервисами.

Нормы: IRC (мин. площади, высоты). Прорыв - Appendix Q (2018): адаптированные нормы для лестниц, лофтов, потолков в THOFs.

Проблемы: Зонирование (мин. размеры участков/домов), легальность проживания в THOWs, финансирование, социальная инфраструктура для микроквартир.

Ключевой урок: Два полюса - автономность/мобильность ТН и технологичная экономия микроквартир. Важность адаптации норм и связи с общественными пространствами.

Китай: Массовость, Уплотнение и Социальные Вызовы.

Драйверы: Гиперурбанизация, массовая миграция, государственная политика доступности жилья.

Особенности:

1. "Кроличьи норы" (兔子洞): Сверхмалогабаритное ($<10 \text{ м}^2$), часто нелегальное жилье в перепланированных помещениях. Проблема санитарии, безопасности, освещения. Кампании по сносу (рисунок 4).



Рисунок 4 – пример феномена «Кроличьих нор»

2. Госпрограммы: "Экономичное комфортабельное жилье" (продажа), "Гарантированное арендное жилье" (аренда ниже рынка). Акцент на МГЖ: студии ($30\text{-}50 \text{ м}^2$), 1к ($40\text{-}60 \text{ м}^2$). Жесткие критерии доступа.

3. Специфика планировок: Совмещенный санузел ($2\text{-}4 \text{ м}^2$) - абсолютная норма в МГЖ. Узкие балконы (часто как хранение/кухня). Проблемы шума (тонкие перегородки, "теплый пол").

4. "Дома-свечки": Высотки с микростудиями ($15\text{-}25 \text{ м}^2$) в световых колодцах. Символ экстремальной коммодификации и социальных проблем (духота, свет, психология).

5. Инновации против Реальности: Использование BIM (точно), роботы (эксперименты). Разрыв с массовой бюджетной застройкой (скорость, ручной труд, качество).

Ключевой урок: Беспрецедентные масштабы решения жилищной проблемы через МГЖ и острые социальные издержки уплотнения. Государство - ключевой игрок. Качество среды - вызов.

Заключение

Анализ подтверждает, что формирование среды МГЖ - синтез объективных ограничений (пространство, экономика) и глубоко субъективных факторов (культура, история, политика).

Универсальные принципы (модульность, трансформируемость, многофункциональность, встроенность, использование объема, миниатюризация, визуальные приемы, стандартизация) - это общий инструментарий для работы с дефицитом пространства.

Национальные особенности придают уникальность:

Япония: Технологическое совершенство и философский минимализм, синтез традиций и инноваций.

Франция: Элегантность и адаптивность в рамках исторического наследия и строгого законодательства.

США: Идеология свободы/автономии (Tiny Houses) и технологичная экономия урбанистических микроквартир.

Китай: Гигантские масштабы массовой застройки, государственное регулирование и острые социальные контрасты уплотнения.

Понимание этого взаимодействия глобальных принципов и локального контекста критически важно для разработки эффективных и социально ответственных решений в сфере малогабаритного жилья в любой стране, включая Россию. Опыт зарубежных стран предоставляет богатый материал для анализа, адаптации и поиска собственных путей трансформации жилой среды в условиях растущих городов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Международный совет по кодексам (ICC). International Residential Code (IRC), including Appendix Q: Tiny Houses // ICC. – 2021. – URL: <https://codes.iccsafe.org/content/IRC2021> (дата обращения: 26.06.2025).
2. Японский центр жилищного строительства и деревообрабатывающих технологий (HOWTEC). Unit Bath Systems: Standards and Innovations. – HOWTEC Publications, 2020. – URL: <https://www.howtec.or.jp> (дата обращения: 26.06.2025).
3. Жилищный и строительный кодекс Французской Республики. Loi Carrez // Legifrance. – 2021. – URL: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000044097849 , https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000044097874 , <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000550239> (дата обращения: 26.06.2025).
4. Американская ассоциация крошечных домов (ATHA). Tiny House Legalization Guide: Navigating Zoning and IRC Appendix Q. – ATHA Whitepaper, 2022. – URL: <https://americantinyhouseassociation.org> (дата обращения: 26.06.2025).
5. UN-Habitat. World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization / United Nations Human Settlements Programme. – 2020. – URL: <https://unhabitat.org/world-cities-report-2020> (дата обращения: 26.06.2025).
6. Государственный совет Китая. Рекомендации по ускорению разработки системы гарантированного арендного жилья. – Документ Государственного совета, 2021. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-07/02/content_5622209.htm (дата обращения: 26.06.2025).

УДК 711-1

Парамонов Влад Геннадьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Paramonov Vlad Gennadyevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Заплутаев Александр Михайлович, Старший преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zaplutaev Alexander Mikhailovich, Senior Lecturer, Komsomolsk-na-Amure State University

ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА НА РАЗВИТИЕ СПОРТА

THE IMPACT OF CITY INFRASTRUCTURE ON THE DEVELOPMENT OF SPORT

Аннотация. Анализ различных типов застроек городов и их влиянию на развитие спортивного движения среди населения. определить наиболее эффективные методы и технологии создания спортивной инфраструктуры, учитывая специфику городских условий, таких как плотность населения, климатические особенности и социальные запросы, например, создания спортивных площадок для создания досуга для детей на улице. Проведён анализ эффективности этих типов застроек на различных уровнях урбанизации города.

Abstract. Analysis of various types of urban development and their impact on the development of sports among the population. To identify the most effective methods and technologies for creating sports infrastructure, taking into account the specifics of urban conditions, such as population density, climatic features, and social demands, for example, the creation of sports grounds for children's outdoor recreation. An analysis of the effectiveness of these types of developments at various levels of urbanization was conducted.

Ключевые слова: город, застройка, население, спорт, анализ, активный образ жизни.

Key words: city, development, population, sports, analysis, active lifestyle.

Введение

Данная работа посвящена анализу подходов к созданию городской инфраструктуры, способствующей развитию спортивной деятельности населения. В условиях глобального роста малоподвижного образа жизни и связанного с ним увеличения хронических заболеваний, создание доступной и функциональной спортивной инфраструктуры становится приоритет-

ной задачей для городов. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, физическая активность снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения и депрессии, что подчеркивает важность интеграции спорта в повседневную городскую среду. Однако разнообразие решений – от парков и велодорожек до многофункциональных спортивных комплексов – создает сложности при выборе оптимальных подходов, особенно с учетом ограничений бюджета, плотной застройки и потребностей различных групп населения. Неправильное проектирование инфраструктуры может привести к ее низкой востребованности, неравномерному доступу или неэффективному использованию ресурсов. Цель исследования – определить наиболее эффективные методы и технологии создания спортивной инфраструктуры, учитывая специфику городских условий, таких как плотность населения, климатические особенности и социальные запросы. Например, в городах с ограниченным пространством приоритет отдается компактным решениям, таким как уличные тренажеры или вертикальные парки, тогда как в пригородах возможно создание крупных спортивных кластеров. В работе рассматриваются как традиционные подходы (строительство стадионов, беговых дорожек), так и инновационные решения, включая интеграцию игровых элементов в городскую среду и использование технологий, таких как мобильные приложения для мотивации к занятиям спортом. Особое внимание уделяется сравнению подходов по критериям: доступность для разных групп населения, экономическая эффективность и долгосрочная устойчивость. Результаты исследования позволят городским администрациям и проектировщикам разработать сбалансированные стратегии, обеспечивающие рост физической активности населения и укрепление здоровья нации в условиях динамично развивающейся городской среды.

Основная часть

Перед тем как начать исследование нужно произвести исследование на тему, какой вес городская застройка имеет на мотивацию населения заниматься спортом. За ответом на этот вопрос было обращено внимание на исследование Давлетова Н.Х. [1], в котором город является одним из главных факторов развития подвижного образа жизни у гражданина. Опираясь на данный труд можно сказать, что с развитием инфраструктуры города в сторону комфорта и экономии времени в перемещение населения, путём создания автобусных остановок, удобных дорожных путей, метро, население в частности этого начинает меньше двигаться и больше находится в сидячем положении, что плохо сказывается на здоровье в отличие от активного образа жизни (рисунок 1).



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на физическую активность гражданина

Следовательно, город имеет влияние на развитие спортивного движения граждан. Но не стоит думать, что городская инфраструктура имеет только негативные показания. Так в труде «Landscape and Urban Planning» [2] описывается, какие критерии городской застройки способствуют в мотивации занятием спортом гражданина. Были выявлены следующие критерии: доступность, экономическая эффективность и долгосрочная устойчивость. Эти критерии, как и дают благоприятную среду для населения, так и уменьшают общую финансовую нагрузку на данное мероприятие, с точки зрения государства. Опираясь на эти примеры были выявлены следующие простые, дешёвые, доступные, и эффективные типы построек:

1) Многофункциональные парки – это комплексные пространства, где сочетаются зоны для активного отдыха, спорта. Они проектируются с учетом сезонности, доступности для инвалидов и интеграции с городской инфраструктурой. Такие парки часто включают освещение для вечерних занятий, Wi-Fi и информационные стенды для мотивации посетителей. В России развитие таких парков поддерживается программами вроде "Формирование комфортной городской среды", что позволяет создавать полифункциональные зоны с минимальными затратами.

2) Детские площадки – занимают небольшое пространство во внутренних дворах, отличное место для развития в подрастающем поколении привычки к активностям на улице.

3) Велодорожки – для более доступного перемещения на велосипедах по городу, что позволяет чаще обращаться к применению подобного транспорта.

4) Спортивные комплексы – места, оборудованные простыми спортивными стендами для физических упражнений.

Однако стоит учесть, что нельзя просто, построить данные застройки где угодно. Стоит учесть некоторые правила. Разберём вопрос размещения для более эффективного расположения данных зон активного отдыха. В научной статье Ивашкина И. В. [3] были предложены следующие критерия:

1) Парки должны располагаться в пределах 300–500 метров от жилых зон для удобства пешего доступа. Минимальный размер – 0,5 га в радиусе 300 м, 5 га в пределах 2 км и 15 га для региональных парков. Они должны быть интегрированы с общественным транспортом и пешеходными путями.

2) Детские площадки должны располагаться во внутренних дворах жилых домов, а также не далеко от мест частого пребывания детей таких школа.

3) Велодорожки относительно расположение не так сильно зависит, как остальные места, кроме того факта что их лучше обустроить в более оживлённых кварталах, а их маршруты должны совпадать с местами интереса населения. Самое главное в их обустройстве это ширина данной полосы от 2 до 3 метров, что имелось пространство для двухстороннего направления движения, что позволит более комфортно ими пользоваться в случае большого количества водителей велосипедов.

4) Спортивные комплексы рекомендуются обустроить в уже подготовленных под активный отдых зонах, таких как парк.

Заключение

В ходе исследования можно отметить, что городская застройка имеет влияние на мотивацию населения заниматься спортом. В зависимости от застройки это влияние может быть, как негативным, так и положительно. На данный момент можно отметить что продвижение в этом направлении интересует не только учёных, но и государство, что в дальнейшем может привести к новому открытию в сфере урбанизации городов, для развития активного населения городов. Также были предложены варианты наиболее эффективных типов городской инфраструктуры, способствующие развитию спортивного движения и учтены их особенности расположения в городской среде.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. San-Juan-Escudero A., Ballesteros-Peña S., Fernández-Aedo I., Caballero Sánchez S., Fernandez-Alonso J., Gullón P., Franco M., Gravina L. Exploring urban design's impact on physical activity: A participatory photovoice study across socioeconomically diverse neighborhoods // *Landscape and Urban Planning*. – 2025. – Vol. 259. – Article 105334. – DOI: 10.1016/j.landurbplan.2025.105334. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204625000416> (дата обращения: 30.09.2025).
2. Давлетова, Н.Х. Городское планирование и физическая активность горожан / Н.Х. Давлетова // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2016 – Т. 13, №4 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gorodskoe-planirovanie-i-fizicheskaya-aktivnost-gorozhan> (дата обращения: 30.09.2025).

3. Кочуров, Б.И. Принципы и приемы развития современного города как сложной урбоэко-социосистемы / Б.И. Кочуров, И.В. Ивашкина, Н.В. Фомина, Л.Г. Лобковская // Экология урбанизированных территорий. – 2018. – № 3. – С. 47-53. – DOI: 10.24411/1816-1863-2018-13083. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiipy-i-priemy-razvitiya-sovremennogo-goroda-kak-slozhnoy-urboekosotsiosistemy> (дата обращения: 30.09.2025).

УДК 72.01

Пищенко Надежда Юрьевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Pischenkova Nadezhda Yurievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Галкина Елена Георгиевна, кандидат культурологии, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Galkina Elena Georgievna, Candidate of Cultural Studies, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОСТРАНСТВО КАК НОСИТЕЛЬ СМЫСЛА И ЭМОЦИИ:

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

THE INFLUENCE OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT ON HUMAN PERCEPTION

Аннотация. В этом исследовании рассматривается пространство как источник смысла и эмоций с точки зрения различных дисциплин. Особое внимание уделяется тому, как архитектурные, культурные и психологические аспекты пространства влияют на восприятие и поведение человека. В статье анализируются теоретические подходы из области философии, культурологии, архитектуры и психологии, чтобы понять, как пространство становится не просто фоном, а активным участником в формировании индивидуального и коллективного опыта.

Abstract. This study examines space as a source of meaning and emotion from a variety of disciplinary perspectives. Particular attention is paid to how architectural, cultural and psychological aspects of space influence human perception and behaviour. The article analyses theoretical approaches from philosophy, cultural studies, architecture and psychology to understand how space becomes not just a backdrop but an active participant in shaping individual and collective experience.

Ключевые слова: культура, восприятие, пространство, человек, исследования.

Key words: culture, perception, space, man, research.

Введение

Изучение роли пространства в человеческой культуре и повседневности давно привлекает внимание исследователей разных дисциплин. Являясь физическим условием существования человека, пространство одновременно выступает носителем символических значений и источником переживаний, тесно связанных с личностными смыслами и коллективными представлениями. Концептуализация пространства как активного участника коммуникативного процесса открывает новые перспективы осмысления природы социальных взаимодействий, культурных практик и индивидуального сознания. Сегодня развитие современной цивилизации ставит перед исследователями ряд вопросов, касающихся особенностей функционирования пространства в информационную эпоху, трансформации городского ландшафта, взаимоотношения локальных сообществ и глобального культурного контекста. Данная работа направлена на выявление основных закономерностей, характеризующих динамику формирования значимых пространств и анализирует опыт их интерпретаций в различных областях культуры и социальной практики.

Основная часть

Пространства обладают способностью сохранять и передавать культурные и исторические смыслы, отражать принадлежность к определённой эпохе, социальному слою или этнической группе. Именно благодаря этому историческому наследию некоторые места становятся символами важных событий прошлого или настоящего [1]. Формы организации пространства играют важную роль в сохранении памяти поколений, поддержании традиций и

культурной идентичности народов. Например, культурная география изучает феномен территориальной принадлежности, исследуя причины, по которым люди чувствуют привязанность к своей родине, местам, где жили их предки, и святыням [2]. Культурная география – это область науки, которая исследует, как культура проявляется в пространстве. Она изучает, как культурные процессы и явления распределяются в пространстве, как формируются культурные ландшафты на локальном и региональном уровнях, как пространство влияет на восприятие и понимание культуры, а также на её развитие и взаимодействие между культурами разных регионов мира. Пространство вокруг нас наполнено смыслами, символами и чувствами, которые формируют наше восприятие мира и влияют на то, как мы социализируемся, определяем себя и общаемся с другими. Особое внимание уделяется изучению эмоциональных реакций, которые возникают при восприятии определённых мест. Каждый ландшафт, городская среда или природная зона вызывают у людей разнообразные чувства и настроения. Например, зоны отдыха с обилием зелени способствуют ощущению умиротворения и расслабления, в то время как оживлённые городские улицы стимулируют активность и возбуждение. Города также обладают своими уникальными чертами, которые создают определённую атмосферу и настроение. К примеру, Москва и Санкт-Петербург, несмотря на то, что оба являются крупными городами России, имеют совершенно разные эмоциональные образы. Москва часто ассоциируется с динамикой, деловитостью и многолюдностью, в то время как Санкт-Петербург символизирует элегантность, спокойствие и интеллектуальность. Размышления Жака Деррида о понимании географии как «местопонимания» подчёркивают сложность отношений между индивидуальным опытом и местом проживания, указывая на необходимость учёта личного восприятия в процессе познания пространства. Исследование пространственных параметров позволяет лучше понять суть человеческих сообществ, характер культурного обмена и специфику исторического развития отдельных территорий.

Эмоциональная реакция на окружающее пространство обусловлена сложными механизмами восприятия и обработки сенсорной информации. Наши органы чувств получают сигналы от внешней среды, которые затем обрабатываются центральной нервной системой, формируя чувственное восприятие реальности. Каждый элемент пространства может вызвать широкий спектр реакций: светлые комнаты кажутся более просторными и свободными, узкие коридоры вызывают тревогу и дискомфорт, деревья и зелень способствуют расслаблению и умиротворению (рисунок 1) [3]. Однако пространство – это не только физические ощущения. Оно также вызывает у нас определённые эмоции, связанные с личным и культурным опытом. Мы можем испытывать ностальгию, страх, благоговение или уют. Пространство можно сравнить с эмоциональным посредником, который помогает нам выражать и трансформировать наши чувства. В различных практических областях, таких как архитектура, дизайн, театр и кино, активно используется способность пространства вызывать эмоции и передавать смыслы. С помощью манипуляций со структурой и визуальным кодом пространства можно создавать определённые психологические эффекты, от ощущения безопасности до ужаса. Например, в театральной сценографии пространство становится важным элементом драматургии, а в музеологии – частью истории, которую рассказывает экспозиция. Это подтверждает тезис о том, что пространство является мощным инструментом, способным управлять вниманием и эмоциями человека.

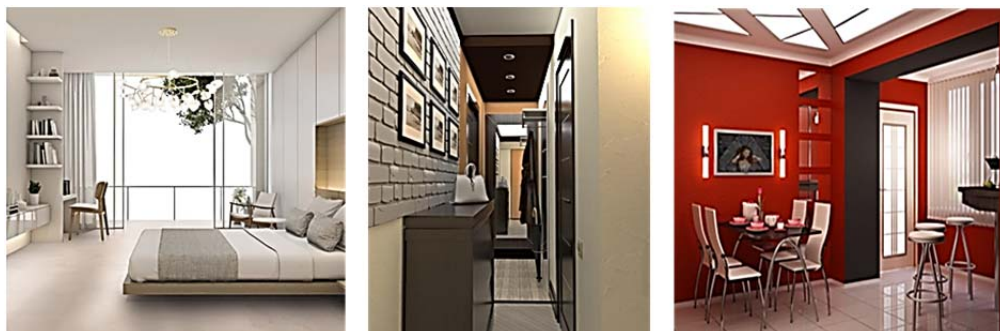


Рисунок – 1 Цветовое решение интерьерных пространств

Социальная психология утверждает, что групповое поведение зависит от конфигурации пространства, его доступности и удобства использования. Открытые пространства способствуют интеграции, коммуникации и обмену информацией, в то время как закрытые территории усиливают изоляцию и разделяют группы. Таким образом, структура пространства активно влияет на социальную жизнь и деятельность человека.

Искусство и литература представляют собой уникальные инструменты для фиксации переживаемого пространства, передавая зрителю или читателю особое видение автора [4]. Искусство – это один из самых значимых видов человеческой деятельности, который позволяет выразить идеи, мысли и чувства. В контексте изучения пространства как носителя смысла и эмоций, искусство приобретает особую ценность, открывая новые грани взаимодействия художественного творчества с физическим и социальным окружением. Произведения искусства способны преобразить физическое пространство, превращая его в мир символов, наполненный ценностями и эстетическими идеями. В качестве примера можно привести московские храмы, украшенные иконами и фресками, которые служат символом духовной связи поколений русских православных христиан. Также можно упомянуть Московский Кремль, который был построен как мощная крепость и отражает государственную власть и исторический путь русского народа. Его монументальность и красота вызывают уважение и восхищение. Архитектурные ансамбли, городские площади и парки играют важную роль в формировании городской идентичности и создают уникальное пространство, которое вызывает определённые эмоции у горожан и туристов.

Исследование символического значения пространства помогает раскрыть глубинные аспекты художественного замысла и подчеркнуть важность архитектурных форм и композиций в выражении идей автора. Ландшафтные элементы, геометрические фигуры, соотношения размеров и цветов создают особые коды, которые понятны как специалистам в области искусства, так и широкой аудитории. Например, симметричные линии в архитектуре классических дворцов символизируют упорядоченность и гармонию, а вертикальные элементы храмов подчёркивают стремление вверх, к духовному совершенству. Таким образом, искусствоведение рассматривает пространство как активный элемент творческого процесса, который участвует в создании художественного образа и формировании общественного сознания. Живопись, скульптура, кино создают образы реальных или воображаемых пространств, превращая их в средство выражения идей, эмоций и мировоззрения художника.

Примером может служить творчество Казимира Малевича, чьи супрематические композиции создавали новое понимание геометрических форм и пустоты, предлагая иной взгляд на привычные понятия пространства и материи (рисунок 2)[5].

В свою очередь, литература активно работает с темой пространства, наделяя географические точки особыми свойствами и образами. Это проявляется в жанрах романа путешествий, пейзажной прозы, исторической литературы, создающих многомерные миры, полные символов и аллегорий. Окружающая среда может стать символом внутреннего мира героя литературного произведения или кинокартины, отражая его эмоции и черты характера. Особенно ярко это проявляется в романах Фёдора Достоевского, где описание улиц, домов и квартир Санкт-Петербурга становится важной частью раскрытия психологии персонажей и создания напряжённой атмосферы в сюжете.

Заключение

Исследование пространства как источника смысла и эмоций – одно из ключевых направлений современных научных исследований. Пространство – это не просто физический объект, это особая реальность, которая находится на стыке материального и идеального ми-



Рисунок 2 – Супрематизм
Казимира Малевича

ров. Оно обладает свойствами, которые помогают раскрыть внутреннюю сущность человека и понять условия его существования.

Чтобы полностью понять проблему пространства, нужно использовать широкий спектр методов и подходов: философский анализ, социологические наблюдения, этнографические исследования и художественные эксперименты. Такой комплексный подход позволяет глубже понять связь между пространством и культурой, пространством и историей, пространством и индивидуальной судьбой.

Дальнейшие исследования в этой области важны как для фундаментальной теории, так и для практических применений в городском планировании, дизайне, образовании и искусстве. Умение видеть пространство глазами человека помогает нам лучше понимать друг друга и создавать гуманную среду обитания.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Халл Э. Проксемика: исследования восприятия человеком личного пространства / Эдвард Халл ; пер. с англ. – М. : Наука, 1986. – 215 с.
2. Туан И-Ф. Пространство и место: опыт географического мышления / Йи-Фу Туан ; пер. с англ. – М. : Прогресс-Традиция, 2008. – 284 с.
3. Норберг-Шульц К. Экзистенция, пространство и архитектура / К. Норберг-Шульц ; пер. с англ. – М. : Стройиздат, 1980. – 143 с.
4. Башляр Г. Поэтика пространства / Гастон Башляр ; пер. с франц. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 256 с.
5. Мерло-Понти М. Феноменология восприятия / Морис Мерло-Понти ; пер. с франц. – СПб. : Наука, 1999. – 456 с.

УДК 624.012.35

Поздеев Сергей Сергеевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Pozdeev Sergey Sergeevich, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ NON-DESTRUCTIVE METHODS OF CONTROL OF BUILDING STRUCTURES DURING BUILDING SURVEYS

Аннотация. В мире, где прочность моста, надежность самолета и целостность нефтепровода напрямую влияют на безопасность людей и экологию, существует область знаний, которая стоит на страже этих объектов, не причиняя им ни малейшего вреда. Эта область – неразрушающий контроль (НК). Обследование зданий и сооружений является неотъемлемой частью оценки их эксплуатационных параметров. В работе изложены основные определения, которые необходимы при оценке строительных объектов. Для примера рассмотрим здание «Арена «Ерофей», расположенное по адресу: Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Морозова Павла Леонтьевича, д.83.

Abstract. In a world where the strength of a bridge, the reliability of an aircraft, and the integrity of an oil pipeline directly affect human safety and the environment, there is a field of knowledge that protects these objects without causing any harm. This field is non-destructive testing (NDT). The inspection of buildings and structures is an integral part of assessing their operational parameters. This paper provides the basic definitions necessary for evaluating construction projects. For example, let's consider the Arena "Erofei" building located at 83 Morozova Pavla Leontievicha Street, Khabarovsk, Khabarovsk Krai.

Ключевые слова: строительные конструкции, оценка технического состояния, стадия эксплуатации, неразрушающий контроль, запас прочности.

Key words: building structures, technical condition assessment, operational stage, non-destructive testing, safety margin.

Введение

Неразрушающий контроль (НК) – это совокупность методов и средств анализа свойств материалов, обнаружения дефектов и измерения геометрических характеристик объектов без нарушения их пригодности к дальнейшей эксплуатации. Проще говоря, это «медицинское обследование» для промышленных изделий и конструкций. [1-5]

Если для определения прочности образца бетона его можно раздавить прессом (разрушающий метод), то НК позволяет оценить его внутреннюю структуру, найти пустоты и трещины, не разрушая ни сам образец, ни, что важнее, готовую строительную конструкцию.

Основная часть

Здания и сооружения, а также входящие в их состав строительные конструкции, необходимо периодически оценивать для определения их фактического состояния. Это может быть связано с воздействием агрессивной среды на отдельные участки конструкций, с влиянием атмосферных воздействий на здания и сооружения, с влиянием грунтовых вод на поведение несущих конструкций подземной части здания. Особенно актуально обследование конструкций при предполагаемой реконструкции объектов, при увеличении полезной нагрузки на перекрытия, при изменении расчетной схемы в несущей системе.

Обследование может показать различное техническое состояние конструкций зданий и их элементов: нормативное, работоспособное, аварийное. При нормативном, работоспособном, ограниченно работоспособном состоянии здание можно продолжать эксплуатировать. Основными методами оценки качества конструкций являются методы неразрушающего контроля.

- Обнаружение дефектов.
- Контроль качества: сварных швов, соединений, покрытий.
- Измерение параметров: толщины стенок, защитных покрытий, уровня жидкостей.
- Структурный анализ: определение физико-механических свойств материалов.

Основные и самые распространенные методы НК

Существует множество методов НК, каждый из которых основан на разных физических принципах и решает свои специфические задачи.

1. Визуальный и измерительный контроль (ВИК)

· Принцип: Самый простой и часто первый метод. Осмотр объекта невооруженным глазом или с помощью оптических приборов (лупы, эндоскопы, бороскопы) с одновременным проведением замеров (штангенциркулем, шаблонами).

· Что ищет: Видимые поверхностные дефекты (коррозия, трещины, подтеки), отклонения в геометрии.

· Применение: Повсеместно, от проверки сварного шва до осмотра лопаток турбины внутри двигателя.

2. Ультразвуковой контроль (УЗК)

· Принцип: В объект с помощью специального преобразователя посылаются высокочастотные звуковые волны. Отражаясь от внутренних дефектов или противоположной стенки, они возвращаются и анализируются. Дефект «виден» по изменению амплитуды или времени прохождения сигнала.

· Что ищет: Внутренние дефекты: трещины, раковины, расслоения.

· Применение: Контроль сварных швов, рельсов, ответственных деталей машин (валов, роторов), измерение толщины стенок.

3. Радиографический (рентгеновский) контроль (РК)

· Принцип: Объект просвечивается рентгеновскими или гамма-лучами. С противоположной стороны устанавливается детектор (пленка или цифровая панель). Дефекты (поры,

шлаковые включения) поглощают излучение меньше, поэтому на снимке выглядят более темными участками.

- Что ищет: Внутренние объемные дефекты в литье, сварных швах, электронных компонентах.

- Применение: Контроль качества сварки на трубопроводах, в аэрокосмической отрасли, проверка литых деталей.

4. Капиллярный контроль (ПВК – проникающими веществами)

- Принцип: На поверхность наносится специальная жидкость (пенетрант) с высокой проникающей способностью. После удаления ее излишков на поверхность наносят проявитель, который «вытягивает» пенетрант из дефектов, делая их видимыми невооруженным глазом (обычно под УФ-излучением).

- Что ищет: Поверхностные и сквозные дефекты (трещины, поры), невидимые глазу.

- Применение: Контроль деталей двигателей, турбин, дисков сцепления, любых металлических и неметаллических объектов с гладкой поверхностью.

5. Магнитопорошковый контроль (МПК)

- Принцип: Деталь намагничивается. В местах поверхностных или подповерхностных дефектов магнитное поле искажается, образуя «полюса». Нанесенные на поверхность магнитные частицы (порошок) скапливаются в этих местах, образуя четкий видимый контур дефекта.

- Что ищет: Поверхностные и подповерхностные дефекты.

- Применение: Контроль деталей, изготовленных из ферромагнитных материалов (сталь, чугун): оси, валы, рельсовые соединения.

6. Контроль вихревыми токами (ВТ)

- Принцип: Переменное магнитное поле датчика возбуждает в электропроводящем объекте вихревые токи. Их величина и характер зависят от наличия дефектов, электропроводности, магнитной проницаемости материала и других параметров.

- Что ищет: Поверхностные дефекты, измерение толщины покрытий, сортировка материалов.

- Применение: Контроль теплообменных труб, авиационных компонентов, определение твердости, измерение толщины краски или лака.

Современные тенденции и будущее НК

Сфера НК постоянно развивается. На смену традиционным методам приходят и активно внедряются:

- Цифровизация и автоматизация: Роботизированные комплексы на основе манипуляторов и дронов, которые autonomously проводят сканирование крупных объектов (например, корпусов судов или резервуаров).

- Анализ данных и ИИ: Нейронные сети обучаются распознавать дефекты на рентгеновских снимках или ультразвуковых данных быстрее и точнее человека.

- Гибридные методы: Комбинирование нескольких методов (например, термографии и вихретокового контроля) для получения более полной информации об объекте.

- Фотоакустическая томография и другие передовые методы: Позволяют получать 3D-модели внутренней структуры объектов с высочайшей детализацией.

Заключение

Неразрушающий контроль – это не просто набор технических процедур. Это критически важная философия обеспечения надежности, безопасности и долговечности всего, что нас окружает. От крошечной микросхемы в вашем смартфоне до гигантской плотины – везде невидимо работают методы НК, гарантируя, что технологии служат человеку верой и правдой, а мир остается безопасным.

Благодаря развитию технологий, неразрушающий контроль становится smarter, точнее и интегральнее, оставаясь одним из ключевых столпов современной промышленности и инженерии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов // Стройиздат, Москва, 1991. - 767 с.
2. ГОСТ 31937-2024. «Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1984-ст)
3. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. РД 03-606-03 (Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 N 92, Зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации 20.06.03 г., регистрационный N 4782 Введена в действие приказом Госгортехнадзора России от 17.07.03 N 156)
4. Бабицкий, В. В. Контроль качества и эксплуатационная долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций / В. В. Бабицкий, С. Н. Ковшар. – Минск: БНТУ, 2014. – 94с.
5. Болотова А. С., Свиридов В. Н. Анализ методов и средств контроля качества монолитных железобетонных конструкций / А. С. Болотова, В. Н. Свиридов // Научное обозрение. – 2016. – № 11. – С. 61 – 65.

УДК 624.012.35

Поздеев Сергей Сергеевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Pozdeev Sergey Sergeevich, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ К ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АРЕНЫ «ЕРОФЕЙ» APPLICATION OF NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS TO ASSESS THE TECHNICAL CONDITION OF THE «YEROFEY»ARENA

Аннотация. В данной работе приведены результаты обследования несущих конструкций и оценка технического состояния здания «Арена «Ерофей», расположенное в городе Хабаровск. Описано конструктивное решение здания, состояния несущих и ограждающих конструкций. В результате обследования определены повреждения элементов здания и предложены способы устранения этих повреждений.

Abstract. This paper presents the results of a survey of the building's load-bearing structures and an assessment of the technical condition of the Arena "Erofei" building located in the city of Khabarovsk. The paper describes the building's structural design and the condition of its load-bearing and enclosing structures. The survey identified damage to the building's elements and proposed methods for repairing these damages.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, обследование, здания и сооружения, экспертиза, строительство.

Key words: non-destructive testing, inspection, buildings and structures, expertise, construction.

Введение

Оценка технического состояния здания – это комплекс мероприятий, направленных на определение текущего состояния конструкций, инженерных систем и установление степени их износа и безопасности. [1-5]

Цели и задачи оценки:

- Определение процента физического износа здания в целом и отдельных элементов.
- Выявление дефектов и повреждений (трещины, коррозия, протечки, деформации).
- Оценка соответствия текущего состояния проектным решениям и нормативным требованиям (СП, СНиП).
- Установление причин возникновения дефектов.

- Прогнозирование дальнейшего изменения состояния.
- Разработка рекомендаций по ремонту, усилению или реконструкции.
- Оценка рыночной стоимости (сильно зависит от технического состояния).

Основная часть

Краткая характеристика и назначение объекта обследования.

Здание «Арена «Ерофей» расположено в г. Хабаровск по адресу: ул. Морозова Павла Леонтьевича, д.83. Участок для размещения стадиона расположен на пересечении ул. Павла Морозова и Флегонтова в Индустриальном районе г. Хабаровска и располагается на прибрежной территории Амурской протоки.

Класс здания по пожарной опасности – С0; Уровень ответственности – I (повышенный); Степень огнестойкости – I; Климатический подрайон – II; Расчетная температура в зимний период – минус 31 °С; Преобладающее направление ветра: зимний период – юго-западное;

летний период – северо-восточное.

Класс противорадионовой защиты – 1;

Сейсмичность – 6 баллов.

Здание выполнено в каркасном исполнении. Пространственная жесткость конструкций и устойчивость здания в целом в продольном и поперечном направлениях обеспечены за счет защемления колонн в фундаментах, вертикальными и горизонтальными связями и распорками в уровне ферм. Дополнительно жесткость обеспечивают монолитные железобетонные перекрытия. Фундаменты под колонны выполнены в виде отдельно стоящих свайных ростверков, поверх которых устроена монолитная плита из бетона кл. В25. Сваи забивные железобетонные квадратного сечения 300х300 мм и длиной от 10,0 до 16,0 м. Стены подвала выполнены из монолитного железобетона кл. В25 с отм. -5,900 до -0,150. Несущие колонны выполнены в виде металлических двутавров как в прокатном, так и в составном исполнении. Крепление колонн к фундаментам осуществляется с помощью анкерных болтов. В продольном и поперечном направлениях между колоннами установлены вертикальные связи из квадратных труб различного сечения. Административно-производственные помещения, расположенные по периметру здания, разделены на 5 этажей: отм. -5,400, 0,000, +4,500, +9,900, +13,500. Конструкции перекрытия выполнены системой металлических балок, соединенных шарнирно болтами. Несущими конструкциями покрытия арены выступают металлические пространственные арки высотой 2,0 м. Арки состоят из двух параллельно установленных плоских рам, соединенных между собой перемычками из труб квадратного сечения 200х6 мм. Арка состоящий из 10 сегментов аналогичного исполнения, соединенных между собой высокопрочными болтами М10.9S 8-56ХЛ. Общая длина арки (величина пролета здания) составляет 99,0 м. Каждый сегмент представляет собой плоскую решетчатую раму, состоящую из труб квадратного сечения (верхний и нижний пояса – 250х9,0 мм) и системы диагональных раскосов выполнена из квадратных труб сечением 160х5,0 мм. Затяжка арок выполнена из труб квадратного сечения 250х12,0 мм, соединенных по всей длине жестко с помощью сварки. Соединение арок с затяжкой выполнено через стальные подвесы Ø36 мм в количестве 16 шт. (2 в ряда). Крепление затяжек к опорному узлу арки выполнено с помощью болтов М10.9S 8-56ХЛ в количестве 80 шт. (2 в ряда). Пространственную жесткость конструкции покрытия обеспечивают вертикальные связи, а также горизонтальные связи и распорки, установленные в уровне верхнего и нижнего поясов арок. Крепление вертикальных связей, распорок и горизонтальных связей осуществляется на болтах М10.9S 8-56ХЛ. Все конструкции покрытия выполнены из стали марки С345-3. Опирающие арок на колонны жесткое. Крепление к колоннам и балкам перекрытия осуществляется с помощью болтов М10.9S 8-56ХЛ. По крайним осям 1 и 14 несущими конструкциями покрытия выступают двутавровые балки 60Ш2.

В процессе обследования выявлены следующие дефекты:

1. Несущие конструкции покрытия - Повреждение огнезащитного покрытия конструкций вследствие некачественного выполнения малярных работ. Рекомендуем: Восстановление огнезащитного покрытия выполняется по ведомостям объемов работ, предостав-

ленных специализированной организацией, выполнявшей обследование огнезащитного покрытия всех конструкций здания.

2. Наружные лестницы для подъема на входные группы - Нарушение защитного лакокрасочного покрытия элементов наружных лестниц с образованием поверхностной коррозии в результате длительного воздействия атмосферных осадков. Рекомендуем: Выполнить механическую очистку поверхности металлических элементов наружных лестниц от поврежденного лакокрасочного покрытия и продуктов коррозии. Восстановить защитное ЛКП влагостойкой эмалью. В результате контроля определены габаритные размеры здания, а также пространственное положение и сечения его основных несущих элементов. Определен конструктивный тип здания. На данном примере видно, что оценка технического состояния – это не просто осмотр, а комплексный анализ, который выявляет скрытые проблемы, их причины и дает конкретный план действий, позволяющий принять взвешенное финансовое решение.

Заключение

Оценка технического состояния – это не просто формальность, а ключевой шаг для принятия важных решений: о покупке недвижимости, планировании капитального ремонта, безопасной эксплуатации или разрешении спорных ситуаций. Никогда не пренебрегайте профессиональной оценкой, особенно при приобретении старой недвижимости или наличии видимых серьезных дефектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов // Стройиздат, Москва, 1991. - 767 с.
2. ГОСТ 31937-2024. «Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1984-ст)
3. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
РД 03-606-03 (Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 N 92, Зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации 20.06.03 г., регистрационный N 4782 Введена в действие приказом Госгортехнадзора России от 17.07.03 N 156)
4. Бабицкий, В. В. Контроль качества и эксплуатационная долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций / В. В. Бабицкий, С. Н. Ковшар. – Минск: БНТУ, 2014. – 94 с.
5. Болотова А. С., Свиридов В. Н. Анализ методов и средств контроля качества монолитных железобетонных конструкций / А. С. Болотова, В. Н. Свиридов // Научное обозрение. – 2016. – № 11. – С. 61 – 65.

УДК 711

Позняк Арина Витальевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
PoznyakArinaVitalevna, student of Komsomolsk-na-Amure e State University.

Галкина Елена Георгиевна, доцент кафедры, кандидат культурологи, Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

Galkina Elena Georgievna, associate professor, candidate of cultural Studies, Komsomolsk-na-Amure e State University.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ЗОНЫ ОТДЫХА С ПРИСУТСТВИЕМ ОБЪЕКТА КУЛЬТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ (Г. КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ) ORGANIZATION OF A RECREATION AREA WITH A RELIGIOUS OBJECT (KOM-SOMOLSK-NA-AMURE)

Аннотация. В данной статье будет анализироваться территория парка Первостроителей, его местность и история, с целью поиска архитектурной идеи. На этой основе будет создана дизайн-концепция, которая должна не только гармонично вписаться в имеющуюся территорию, но и стать связующим звеном между существующим объектом прошлого и строящимся объектом будущего.

Abstract. This article will analyze the territory of the Pervostroiteley Park, its location, and history, in order to find an architectural idea. Based on this analysis, a design concept will be created that will not only harmoniously fit into the existing territory, but also serve as a link between the existing past and the future under construction.

Ключевые слова: архитектура, озеро, церковь, новый русский стиль, история.

Key words: architecture, lake, church, new Russian style, history.

Введение

Организация комфортных досуговых мест является одной из основных специализаций дизайнеров архитектурной среды. Создание грамотной, с урбанистической точки зрения, территории, планирование и формирование будущего объемно-планировочного решения определяет дальнейший облик, не только проектного участка, но жилого кластера, округа, а впоследствии и целого города.

Это как нельзя актуально для развивающегося города Юности – Комсомольска-на-Амуре. И, несмотря на активное преобразование среды и обновление городской инфраструктуры, даже в сердце города остаются места, остро нуждающиеся в благоустройстве. Парк Первостроителей, расположенный на береговой линии реки Амур, является последним из мест набережной, предстоящему быть благоустроенным. [1-4]

Целью данного исследования является всесторонний анализ выбранной территории и исходных данных, охватывающих вопросы истории, культуры данной местности, социальные факторы и формирование способов решения задач, что впоследствии превратится в авторское видение, решение проблемы – концепцию будущего благоустройства парка.

Основная часть

Анализ исторической хроники парка Первостроителей позволяет расширить смысловое поле в проектировании и дать большую историческую подоплеку будущей концепции. Изначально, во времена активного заселения Дальнего Востока, на месте города Юности было небольшого нанайское поселение. Потребность в расширении сфер влияния на востоке страны и создание нового промышленного кластера России, побудило власть Российской империи отправить крестьян-переселенцев селиться на берегу Амура. Так в середине 19 века, было, образовано село Пермское-на-Амуре. Впоследствии на месте бывшего поселения в рамках перехода советского государства от аграрного общества к промышленному был основан город Комсомольск-на-Амуре.

Территория бывшего села была полностью видоизменена, на месте старых деревянных бараков начали возводить современные дома, вдоль песчаного берега построена набережная с Речным вокзалом. Любое напоминание о том, что здесь когда-то жили первооткрыватели-переселенцы было стерто с улиц города (рисунок 1).

Современные тенденции направлены на то, чтобы не избавляться от архитектурных объектов прошлого, а деликатно интегрировать их в среду. В данном случае объект интеграции придется воссоздавать. Идеальным местом для этого послужит, территория, где 165 лет назад и располагалось село Пермское –нынешняя набережная Комсомольска-на-Амуре, а конкретнее парк Первостроителей.

В юго-западной части парка расположен, построенный по проекту конструкторского бюро Курносова, храм Матрены Московской. Данная церковь является реконструкцией первого варианта храма Казанской иконы Божией Матери, которая по не выявленным обстоятельствам сгорела в 90-ых через год после окончания строительства. Стиль старинного русского зодчества станет константой, от которой мы будем отталкиваться при дальнейшей разработки этой территории (рисунок 2).

Главной задачей в обустройстве парка будет попытка гармонично связать тематику славянской архитектуры прошлого, с кардинально отличающейся тематикой еще одного планируемого проекта, а именно парка аттракционов.

Параллельно улице Дзержинского на участке прямоугольной форме расположится будущий парк аттракционов с самым большим колесом обозрения на Дальнем Востоке – 55

метров. Основная композиционная ось парка протянется с юго-запада на северо-восток, по ней будет размещено само колесо обозрения, а также автодром, карусель, башня падения и здание кафе круглогодичного пользования. Вторая диагональная ось протянется с запада на восток и по ней будет организована пешеходная тропа, а параллельно ей расположится велосипедная дорожка. Подъезды будут организованы с двух улиц Дзержинского и Дороги №1-введенной в эксплуатацию дорогу к православному храму.



Рисунок 1 – Село Пермское

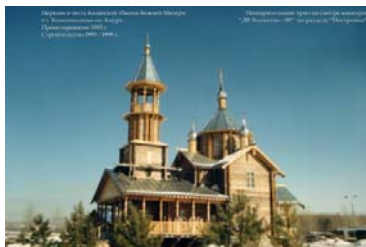


Рисунок 2 – Церковь в честь Казанской Иконы Божьей Матери



Рисунок 3 – Новый Русский стиль

В юго-западной части парка расположилось бессточное, непересыхающее озеро площадью в 5000 м², образованное, по-видимому, посредством естественного накопления дождевой воды. Среди комсомольчан оно известно под названием «Собачье озеро». Нуждается в очистке: уборке ряски, удалении водорослей. Из-за того, что в воде отсутствует течение, в нем крайне низкое содержание кислорода, вследствие чего оно начало «цвести». Из положительных моментов можно отметить, что даже в таких сложных для проживания условиях, в озере все еще сохранилась рыба – караси, отличаются крайней выносливостью. Однако предстоит решить проблему с температурным расслоением, из-за которого недостаток кислорода приведет к замору рыбы. Для этого устанавливается донный аэратор, который способствует насыщению воды кислородом и равномерному перемешиванию водных масс, благодаря чему разница между верхним, прогретым слоем воды и нижним, холодным становится менее заметной. Добавление ангицидов и других вспомогательных химических препаратов, уберет излишнее образование сероводорода, избавит от неприятного запаха и сделает воду прозрачной и чистой.

Возвратимся к пустырю около озера. Здесь, на свободном участке предлагается организовать авторское видение образа поселения славян-переселенцев. Показать их быт, ремесленные занятия – создать некий всесезонный кластер, который станет не только точкой притяжения для жителей города, но и позволит сформировать потенциальную среду для привлечения туристического потока. Общая стилистика деревни будет выполнена в так называемом «новом Русском стиле», который сочетает в себе традиции исконного славянского зодчества с новыми тенденциями в архитектуре. Такой стиль станет гармоничным дополнением к противопоставленному ему проекту парка аттракционов (рисунок 3).

Летом эта местность будет служить для проведения различных мероприятий и ярмарок, люди смогут познакомиться с историей и бытом наших предков, попробовать себя в гончарном или кузнечном деле. пляжная зона озера станет местом притяжения для рыбаков и отдыхающих. На самом озере будут сооружены небольшие мостики и платформы, которые будут сообщаться между собой. По предложению церкви, на этих мостиках можно проводить обряды венчания молодых. Здесь же обвенчанные смогут покататься на миниатюрных копиях славянских кораблей – ладьях. Зимой на этой территории можно проводить новогоднюю елку, замершее озеро будет использоваться в качестве открытого катка.

Заключение

Проведенное исследование совокупных факторов истории местности, особенностей ландшафта и транспортных связей данного парка, позволяет выстроить объемно-пространственное решение будущей концепции. Выбранная константа, в виде церкви, построенной в стиле русского зодчества, стала подсказкой для определения стилистики благоустройства. А реконструкция деревни переселенцев станет новой точкой притяжения жителей города.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Деревянное зодчество: Новые материалы и открытия:[сборник научных статей] / НИИ теории и истории архитектуры и градостроит-ва. – Москва; Санкт-Петербург : Коло, 2016. – Вып. 5 – 352 с. : ил. ISBN 978-5-4462-0070-2
2. Харламова,Р.Когда-то. Жизнь и быт древних славян / Р. Харламова / Ridero – 2017. – 91 с. – ISBN 978-5-4485-7526-6
3. Храм блаженной Матроны Московской на набережной (г. Комсомольск-на-Амуре). – URL: <http://eparhia-amur.ru/eparhia/churchs/text/127726.html> (дата обращения: 25.09.2025)
4. Зорина, А.Строительство водоемов на своем участке своими руками. Уход, очистка, фильтры, аэрация, рыба, растения./А.Зорина //Москва: Центрполиграф, 2016. – 128 с. – ISBN 978-5-227-06905-4.

УДК 004.81

Полтавцева Арина Олеговна, ассистент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Poltavtseva Arina Olegovna, Assistant, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GEOINFORMATION SYSTEMS

Аннотация. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в геоинформационные технологии трансформирует подходы к анализу пространственных данных. В статье рассматриваются ключевые направления применения методов ИИ, такие как обработка спутниковых изображений, прогнозирование экологических изменений и оптимизация городской инфраструктуры. Описываются примеры успешного применения ИИ в геоинформационных технологиях при решении различных геоинформационных задач. На основе анализа последних исследований выявлены основные проблемы и возможные пути решения развития ИИ в геоинформационных технологиях.

Abstract. The integration of artificial intelligence (AI) into geoinformation technologies is transforming approaches to spatial data analysis. This article explores key applications of AI methods, such as satellite image processing, environmental change prediction, and urban infrastructure optimization. It provides examples of successful applications of AI in geoinformation technologies for various geoinformation tasks. Based on a review of recent research, the article identifies key challenges and potential solutions for the development of AI in geoinformation technologies.

Ключевые слова: искусственный интеллект, геоинформационные системы, машинное обучение, пространственные данные, нейронные сети.

Keywords: artificial intelligence, geoinformation systems, machine learning, spatial data, neural networks.

Введение

Современное общество имеет тенденцию к широкому распространению использования цифровых технологий для автоматизации решения сложных и объемных задач в различных областях человеческой деятельности. Геоинформационные технологии (ГИС) играют критическую роль в управлении ресурсами, градостроительстве, экологическом мониторинге и других областях, однако рост объемов пространственных данных, включая спутниковые снимки, данные IoT-устройств и социальных сетей, требует новых подходов к их обработке для исключения «человеческого фактора» и облегчения управления информацией. Искусственный интеллект, обладающий способностью выявлять сложные паттерны в больших данных, становится ключевым инструментом в современных ГИС.

Основная часть

В последние годы все больше увеличивается доля использования ИИ и нейросетей для решения повседневных задач в геоинформатике, таких как автоматизация анализа и классификации географических данных. Технологии искусственного интеллекта в геоин-

формационных системах (ИИ ГИС) на данный момент являются одним из важных направлений развития информационных систем.

ИИ ГИС можно условно разбить на три области:

1. AI for GIS (ИИ для ГИС) – это модули ИИ в ГИС программе, позволяющие упростить и облегчить работу пользователя. На данный момент существует две ГИС программы, использующие ИИ - ArcGIS, QGIS.

2. GeoAI – алгоритмы и механизмы обработки геопространственных данных с помощью нейросетей.

3. GIS for AI (ГИС для ИИ) - применение методов искусственного интеллекта (машинное обучение, глубокое обучение, NLP и др.) для анализа, интерпретации и прогнозирования пространственных данных в рамках геоинформационных систем

На данном этапе можно выделить следующие направления интеграции ИИ в ГИС:

1. Автоматизация обработки спутниковых изображений. С помощью алгоритмов глубокого обучения использование ИИ для геопространственной разведки позволяет значительно сократить время, необходимое для анализа больших объемов изображений, что существенно облегчается работу картографов. Сверточные нейронные сети (CNN) позволяют производить быстрый и точный анализ растровых данных. Например, модели U-Net и ResNet используются для классификации земного покрова с точностью до 95%, детекции изменений после стихийных бедствий и мониторинга сельскохозяйственных угодий в режиме реального времени.

Однако на данный момент наиболее распространено использование снимка, полученного при дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ) с последующей обработкой в ГИС с использованием ИИ. Однако одно из направлений дальнейшего развития заключается в перемещении модуля ИИ ближе к датчику устройства, с помощью которого осуществляется ДЗЗ. Данная концепция позволяет вместо передачи необработанных данных с устройства доводить до пользователя только окончательный анализ.

2. Прогнозирование экологических и климатических изменений. Модели ИИ, способные обрабатывать данные о температуре, осадках и других климатических факторах, позволяют предсказывать такие явления, как пожары, наводнения или засухи. Данные прогнозы служат основой для разработки стратегий адаптации и смягчения последствий экологических и климатических изменений. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и методы ансамблевого обучения применяются для моделирования динамики лесных пожаров, прогноза уровня моря на основе данных GRACE и анализа временных рядов для оценки деградации почв.

3. Оптимизация городской инфраструктуры с использованием ИИ становится все более актуальным в современных мегаполисах, что обусловлено ростом численности населения и увеличением нагрузки на городские системы. Методы глубокого обучения и reinforcement learning (RL) помогают оптимизировать маршруты общественного транспорта, управлять энергопотреблением «умных городов», и прогнозировать загруженность дорог с использованием данных GPS и социальных медиа.

На данный момент существует ряд кейсов с успешным применением нейронных сетей в геоинформационных технологиях, так проект Google Earth Engine использует ИИ для автоматического детектирования вырубки лесов с точностью 89%. В Барселоне ИИ-платформа City Brain оптимизирует транспортные потоки, снижая загруженность дорог на 20%. Платформа Singapore Digital Twin, являющаяся цифровым двойником города, успешно используется для оптимизации строительства и проработки развития городской инфраструктуры.

Однако, несмотря на все преимущества, которые предоставляет использование искусственного интеллекта, существует ряд проблем, препятствующих его всестороннему применению в геоинформатике. В первую очередь необходимо отметить проблему качества данных. Неравномерная плотность сенсоров способствует искажению выборки данных, их полноте и условия, в которых они были получены, что приводит к неточностям и сложностям при обучении нейронной сети. Так, например, ИИ испытывает трудности при определении зданий и сооружений на аэрофотоснимках, сделанных в зимнее время года, данная ситуация требует более точного и долгого обучения в условиях зимнего покрова. Так же существуют проблемы моделей, обученных на данных умеренных широт, которые некорректно работают в тропиках.

Проблема «черного ящика» заключается в отсутствии интерпретируемости решений ИИ, что осложняет их применение в критических сферах, например, прогнозирование стихийных бедствий. Так в 2022 году алгоритм, используемый для прогнозирования лесных пожаров в Калифорнии, проигнорировал аномальную засуху как статистически незначимый выброс, что привело к недооценке рисков и запоздалой эвакуации населения. Отсюда можно сделать вывод о необходимости дополнительного обучения ИИ при решении редких проблем, что требует больших объемов синтетических данных, позволяющий моделировать нетипичные, маловероятные сценарии, которые отсутствуют в реальной статистике.

Последнюю проблему, которую стоит отметить – это затраты на вычисления. Обучение нейронных сетей на массивах геоданных, объем которых может достигать петабайтов, требует значительных вычислительных мощностей, в первую очередь – специализированных графических процессоров, что делает передовые исследования и разработки затратными и недоступными для многих институтов и небольших компаний, у которых нет финансовой возможности к доступу к дорогостоящему оборудованию. Однако, в последнее время развитие технологии позволяет использовать производить обучение нейросетей на менее мощном оборудовании, что способствует распространению использования ИИ для повседневных задач в геоинформатике.

Заключение

В заключении стоит отметить, что использование искусственного интеллекта открывает новые горизонты для геоинформационных технологий, позволяющий эффективно решать разнообразные задачи, но его внедрение требует решения технических, и методологических вопросов [1-5]. Ключевыми препятствиями остаются недостаточная осведомленность специалистов о возможностях ИИ, сложности в обучении персонала, а также нерешенные проблемы, связанные с качеством обучения и надежностью самих нейросетей. Важнейшими направлениями будущих исследований станут повышение точности и «прозрачности» моделей, разработка менее ресурсоемких алгоритмов и создание нормативной базы для использования ИИ в ГИС. В перспективе, по мере решения этих проблем, будет возможен переход от простого анализа пространственных данных к полноценному моделированию сценариев в ГИС. Таким образом, успешная интеграция этих технологий призвана не просто повысить эффективность существующих процессов, но и существенно упростить управление территориями.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аманкулова, Н.А. Искусственный интеллект и геоинформационные системы / Н.А. Аманкулова, М.С. Молмакова, Г.Т. Каримова // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т.9 №11. – С. 278-286. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-geoinformatsionnyye-sistemy/viewer> (дата обращения: 18.09.2025).
2. Игнатьева, А.В. Преимущества искусственного интеллекта для управления знаниями / А.В. Игнатьева, О.С. Валецкая // Применение геоинформационных систем и искусственного интеллекта в управлении: экология, природные ресурсы: юбилейный сборник трудов научно-практического семинара / отв. за вып.: В.Н. Максимова, Л.И. Шестакова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – С. 70-79.
3. Колесников, А.А. Разработка методологии использования искусственного интеллекта в цифровой картографии специальность 1.6.20 «Геоинформатика, картография»: диссертация ... доктора технических наук / Колесников Алексей Александрович; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»]; Диссовет Д 212.251.XX (24.2.402.02)]. - Новосибирск, 2025. - 252 с.
4. Субботин, А. Г. Особенности использования искусственного интеллекта при работе с пространственными данными / А. Г. Субботин, А. В. Линкина. - Текст : непосредственный // Воронежский институт высоких технологий. Вестник Воронежского института высоких технологий : научный журнал. - 2022. - №4. - С. 47-50.
5. Сун Гуанфу. ГИС с искусственным интеллектом / Гуанфу Сун. – Пекин: Супер Мэп, 2020. – 405 с.

УДК 624.012.35

Рогонов Андрей Юрьевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Rogonov Andrey Yurievich, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ FEATURES OF CALCULATION OF MONOLITHIC BEAM FLOORS

Аннотация. В данной статье произведен анализ особенностей расчета монолитных балочных перекрытий, исходя из которого можно получить полное понимание всего процесса, а также оптимальное решение данной проблемы. Так же произведен анализ расчета второстепенных и главных балок. Хотя на рынке присутствует огромное разнообразие готовых плит, монолитные балочные перекрытия остаются актуальными и по сей день. Данное решение пользуется спросом в малоэтажном и загородном строительстве, из-за уникального и нетипового проектирования.

Abstract. This article analyzes the features of the calculation of monolithic ceiling slabs, based on which it is possible to obtain a complete understanding of the entire process, as well as the optimal solution to this problem. The calculation of secondary and main beams is also analyzed. Although there is a huge variety of ready-made slabs on the market, ceiling joists remain popular to this day. This solution is in demand in low-rise and suburban construction, due to its unique and unusual design.

Ключевые слова: железобетон, монолитные перекрытия, главные балки, изгиб плиты по короткому направлению, изгиб плиты, опертой по контуру, второстепенные балки.

Key words: reinforced concrete, monolithic floors, main beams, bending of a slab in the short direction, bending of a slab supported along the contour, secondary beams.

Введение

Невзирая на высокий ассортимент готовых плит, монолитные балочные перекрытия не утратили своей актуальности и продолжают пользоваться спросом. Особенно актуально для малоэтажной загородной недвижимости. Одним из основных вопросов, затрагиваемых в данной статье, является изучение особенностей расчета монолитных балочных перекрытий. Какие силы и моменты возникают в основных и второстепенных балках? Для этого нам необходимо определиться с типом опоры, видами нагрузки, действующими на монолитное перекрытие и произвести расчет изгибающего момента. Разобрав методику расчета, можно сформировать последовательность, которая может оптимизировать процесс и понимание работы. Также не будем забывать о том, что реальная длина плиты может отличаться от расчетного значения пролета, так как обычно длину принимают за расстояние между стенами. Имея всю информацию на руках, можно заняться составлением схемы реализации перекрытия с компоновкой элементов. Данные изыскания помогут нам не только произвести корректные расчеты, удовлетворяющие СП 52-101-2003 и СНиП 52-01-2003, но и помогут правильно закупить материалы.

Основная часть

Для измерения длины пролета плиты используется расстояние между второстепенными балками l_0 . Чтобы рассчитать изгибающий момент, обычно берется расстояние между опорой и главной балкой, где за опору принимают наружную стену здания, вследствие чего плита жестко фиксируется. Для упрощения расчета используют полосу шириной в один метр. На рисунке 1 изображены схемы элементов конструкции, а также принцип их расчета.

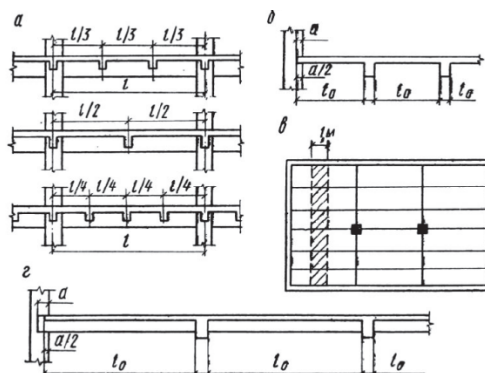


Рисунок 1 – Схемы балок и плит ребристых перекрытий:

а – расположение второстепенных балок; б – расчетные пролеты плиты;

в – условная полоса для расчета плиты; г – расчетные пролеты второстепенной балки

При расчетах учитываются не только внутренний нагрузки, но и внешние на всю конструкцию. Так как если не учесть хотя бы один из видов нагрузки, прочность и долговечность здания может быть под угрозой.

Изучают изгибающие моменты в балках разной длины для создания равномерной системы с учетом перераспределения нагрузок M_{sup} . Для этого средние опоры поддерживают равномерно для распределения нагрузки силы тяжести в конструкции. В следствие чего объекты равны и могут быть описаны с помощью уравнения равновесия:

$$M_l + M_A \cdot \frac{b}{l} + M_B \cdot \frac{a}{l} = M_0. \quad (1)$$

Для деления пролета пользуются специальным оборудованием:

$$M_l + M_{sup} \cdot \frac{1}{2} + M_{sup} \cdot \frac{1}{2} = (g + v) \cdot l^2 / 8, \quad (2)$$

отсюда:

$$M = M_l = M_{sup} = (g + v) \cdot l^2 / 16. \quad (3)$$

В многопролетной балке опорные моменты M_{sup} изображены на рисунке 2.

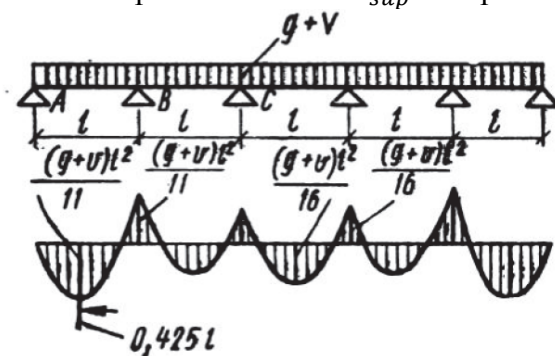


Рисунок 2 – К расчету неразрезной плиты и второстепенных балок

Если мы рассмотрим рисунок 2, то увидим, что максимальный момент будет практически середине первого пролета на расстояние $a \approx 0,425 \cdot l$, из чего следует:

$$M_0 = 0,123 \cdot (g + v) \cdot l^2. \quad (4)$$

Используя уравнения равновесия (1) и учитывая, что $M_A = 0$, получают:

$$M_l = 0,123 \cdot (g + v) \cdot l^2 - 0,425 \cdot M_B. \quad (5)$$

Изучая изгибающий момент на первой опоре, мы можем определить нагрузку, действующую на конструкцию в этом месте:

$$M_B = (g + v) \cdot l^2 / 14, \quad (6)$$

это момент изгиба в начале:

$$M_l = (g + v) \cdot l^2 / 11. \quad (7)$$

Если же мы решим принять равномоментную схему $M = M_l = M_B$, то:

$$M = (g + v) \cdot l^2 / 16. \quad (8)$$

В случае округления знаменателя на первой промежуточной опоре и пролете возникает погрешность, что приводит к неточному расчету изгибающего момента:

$$M = (g + v) \cdot l^2 / 11. \quad (9)$$

Для этого используют перекрестные опоры с соотношением $h/l \geq 1/30$, которые в свою очередь, повышают надёжность всей конструкции.

Для второстепенных балок строится огибающая эпюра моментов для двух различных схем нагрузки, как показано на рисунке 3.

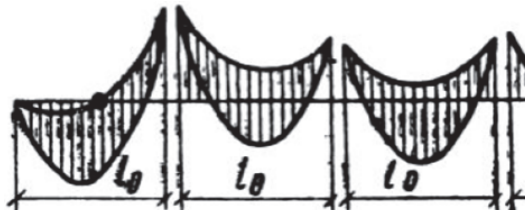


Рисунок 3 – Огибающая эпюра моментов второстепенной балки

Полная нагрузка для нечетных этажей равна $g + v$, соответственно для четных принимается за $g + 1/4 \cdot v$. Для понимания, полная нагрузка, это равномерное распределение всей нагрузки по пролету.

В свою очередь, чтобы обнаружить дефекты во второстепенных балках, используют условную нагрузку. Данный вид нагрузок принимается из общепринятых норм.

Для усиления конструкции можно добавить главную балку, которая в свою очередь создает новые жесткие соединения. Данное решение позволяет предотвратить вращение опор второстепенных балок, что приводит к уменьшению временной нагрузки на перегруженные зоны конструкции.

Итого мы получаем, что второстепенная балка переносит поперечные силы от нагрузки:

- на крайней свободной опоре:

$$Q = 0,4 \cdot q \cdot l; \quad (10)$$

- на первой опоре слева:

$$Q = 0,6 \cdot q \cdot l; \quad (11)$$

- на первой опоре справа и на всех других опорах:

$$Q = 0,5 \cdot q \cdot l. \quad (12)$$

Необходимо подобрать размеры сечения для достижения требуемой прочности конструкции $\zeta = 0,35$. Опора подвергается негативному воздействию, что приводит к деформации плиты. Для этого производится расчет прямоугольного сечения с учетом рабочей высоты:

$$h_0 = 1,8 \cdot \sqrt{M/R_b \cdot b}. \quad (13)$$

Определив размеры сечения, можно приступить к подбору арматуры [1 – 5]:

- для первого и среднего пролета, обычно принимают как для тавра;
- прямоугольное сечение обычно используется для первой и второй опоры.

Заключение

Монолитные перекрытия являются современными эффективными конструкциями здания. При всём разнообразии конструктивных схем, именно балочные перекрытия являются наиболее надёжными. Наличие второстепенных и главных балок позволяет перекрытиям выдерживать значительные нагрузки, без снижения несущей способности. В данной работе предложена методика расчета элементов таких перекрытий на прочность нормальных и наклонных сечений, рассмотрены варианты эффективного армирования. Также приведена пошаговая методика расчета монолитных балочных перекрытий, которая поможет быстро и эффективно произвести вычисления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции. Общий курс : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское строи-

- тельство" / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов ; В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – Изд. 6-е, репр.. – Москва : Бастет, 2009. – ISBN 978-5-903178-15-5. – EDN OWRPHYO.
2. Бондаренко, В. М. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство" / В. М. Бондаренко, В. И. Римшин ; В. М. Бондаренко, В. И. Римшин. – 2-е изд., доп.. – Москва : Высш. шк., 2007. – 567 с. – ISBN 978-5-06-004437-9. – EDN QNMUUX.
3. Кодыш, Э. Н. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом : монография / Э. Н. Кодыш ; Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. К. Никитин ; под ред. Э. Н. Кодыша. – Москва : Изд-во Ассоциация строит. вузов, 2009. – ISBN 978-5-93093-679-7. – EDN QNOGQT.
4. СП 63.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.:Госстрой России, 2018.–152 с.
- СП430.1325800.2018. Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования. – М.:Минстрой России., 2018.–60 с.

УДК 72.01

Рыжкова Елизавета Анатольевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ryzhkova Elizaveta Anatolyevna, student, Komsomolsk-na-Amur State University

Гринкруг Наталья Владимировна, кандедат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет;

Grinkrug Natalya Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amur State University

РУССКОЕ ДЕРЕВЯННОЕ ЗОДЧЕСТВО КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМА RUSSIAN WOODEN ARCHITECTURE AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF CULTURAL TOURISM

Аннотация. Работа посвящена рассмотрению влияния современной архитектуры на развитие культурного туризма. Актуальность данной темы обусловлена растущим интересом туристов к архитектурным объектам как к элементам культурного наследия. Проводится анализ примеров современного архитектурного облика, выполненных из деревянных конструкций, а также объекты, которые стали туристическими достопримечательностями. Архитектура и туризм связаны и формируют общее впечатление на туристический поток.

Abstract. The work is devoted to the consideration of the influence of modern architecture on the development of cultural tourism. The relevance of this topic is due to the growing interest of tourists in architectural objects as elements of cultural heritage. An analysis of examples of modern architectural appearance made of wooden structures, as well as objects that have become tourist attractions is carried out. Architecture and tourism are connected and form a general impression on the tourist flow.

Ключевые слова: архитектурное зодчество, современная архитектура, культурный туризм, туризм, достопримечательности.

Key words: architectural architecture, modern architecture, cultural tourism, tourism, attractions.

Введение

Деревянная архитектура является одной из изящных граней русского зодчества. Проектирую новые деревянные объекты, мы отдаем дань признательности ее истории, а также значению для культуры и будущего архитектуры. Учитывая экологию, эстетику и техноло-

гичность данное сочетание делает дерево одним из самых востребованных материалов в проектировании. Современные деревянные здания становятся символами архитектурной культуры и объектами туристического интереса, особенно в России, так как дерево имеет историческую и культурную значимость. [1-4]

Актуальность данной темы связана с популяризацией экологичности материалов строительства, визуальной привлекательности и долговечности. Деревянное зодчество способствует росту посещения туристических баз, так как оно вписывается в природный ландшафт. Деревянное зодчество сегодня – это место для экспериментов и выявления индивидуальности.

Цель работы основывается в исследовании деревянной архитектуры в системе современного архитектурного зодчества как фактора формирования культурной и визуальной привлекательности территории.

Степень разработанности темы взаимодействия архитектуры и туризма освещены в работах Г. Ричардс, Я. Стенгрупп, а также отечественных авторов – С. В. Журавлёва, И. Г. Хмельницкого и других. Использование древесины в качестве материала для строительства активно рассматривается в экодизайне и урбанистике, однако аспекты деревянной архитектуры как факторы культурного туризма раскрыты неполностью.

Основная часть

Русское деревянное зодчество – это направление традиционной архитектуры, которое сложилось на Руси. Оно имеет устойчивое и ярко выраженное конструктивно-техническое и художественные особенности, которые являются деревом – основным стройматериалом. Деревянная архитектура уверенно входит в число лучших направлений современной архитектуры. Натуральность всегда была актуально, а с ростом урбанизации приобрело новое значение, она становится не только экологичной, но и философией жизни, где выражается стремление к подлинности, к бережному отношению к природе и благополучию.

В эпоху, когда стекло и металл являются самыми распространёнными строительными материалами, деревянные дома радуют глаз. Конечно, они выглядят более идиллично и естественно – это идеальный способ отвлечься от монотонности современных бетонных коробок, – но преимущества жизни в деревянном доме гораздо разнообразнее. Деревянные конструкции также помогают окружающей среде, поглощая и удерживая атмосферный углекислый газ. Неудивительно, что так много людей предпочитают жить в деревянных домах.

«Новое – это хорошо забытое старое», так случилось и с резными избами, которые вернулись в архитектуру с современными изменениями. Украшения на деревянных домах служат сквозная или ажурная резьба, которая является самым распространённым видом. Узоры получаются легкими и воздушными, могут напоминать кружева, особенно выделения наличников является лицом дома (рисунок 1).

Дерево – это натуральный материал, который с древних времён использовался для строительства зданий. Это отличный материал для возведения конструкций, потому что с ним легко работать и ему можно придавать самые удивительные формы. Он также прочен, что делает его идеальным для строительства домов и других зданий.

Большое количество памятной деревянной архитектуры являются музеями и достопримечательностями местности, например, Музей-заповедник Кижи, который включен в международный туристический маршрут (рисунок 2). В контексте туризма архитектура может использоваться для строительства галерей, оранжереи, различных фестивальных площадок, а также сформировать туристический маршрут на основе новых архитектурных объектов.

Помимо сохранения исторических сооружений, эти объекты часто служат образовательным целям, предлагая экскурсии, которые объясняют методы строительства, материалы и культурное значение. Они также проводят специальные мероприятия, такие как народные фестивали, где посетители могут познакомиться с традиционными ремеслами, музыкальными выступлениями, танцевальными шоу и кулинарными демонстрациями.

Когда в игру вступает натуральное дерево, особенно в сочетании с более холодными, более индустриальными материалами, такими как стекло, бетон, металл или керамика, оно

активирует динамику контраста и взаимодополняемости, которая выходит за рамки эстетики. Дерево может смягчать, согревать или уравнивать жёсткие и технологичные конструкции и, более того, влиять на такие ключевые аспекты, как тепловой комфорт, акустические характеристики и долговечность здания. Дерево, исторически почитаемое за свою теплоту, универсальность и податливость, постоянно адаптировалось к архитектурным течениям – от замысловатой резьбы в традиционных зданиях до лаконичного минимализма в современном дизайне (рисунок 3).



Рисунок 1 – Пример дома с резьбой



Рисунок 2 – Кижский Погост



Рисунок 3 – Современная отделка деревянного зодчества

Архитектура – это не столько про функционал, но и также это культурное высказывание. Она может отразить дух времени, ценности, а также стать объектом для туризма. Особенно это заметно в регионах и краях, где архитектуру используют как средство позиционирования территории в туристической среде. Туризм развивается в поиске аутентичности, экологичности и выразительности, где как раз архитектура играет главную роль.

Важным фактором является то, что дерево как стройматериал вызывает эмоциональный отклик у человека, так как ассоциируется всегда с чем-то чистым, с природой, что еще больше усиливает культурный опыт туриста.

Универсальность древесины позволяет архитекторам сегодня включать устойчивые практики в современные проекты, сохраняя при этом эстетическую привлекательность. Новые технологии позволяют экспериментировать с инновационными формами, не ставя под угрозу структурную целостность. Изучение способов творческого использования исторической деревянной архитектуры может привести к захватывающим возможностям как для усилий по сохранению, так и для экономического развития за счет увеличения доходов от туризма.

Деревянная архитектура предлагает бесконечные возможности при продуманной интеграции в стратегии городского планирования, направленные на достижение целей устойчивого развития. Таким образом, современные проекты могут включать экологически чистые проекты, построенные с использованием древесины местного происхождения в сочетании с энергоэффективными системами.

Заключение

Современная деревянная архитектура является важным фактором развития культуры, так как именно она объединяет в себе экологичность, самобытность и новизну в восприятие пространства. Введение резьбы и узоров в туристических комплексах вызовет положитель-

ные эмоции и найдет отклик у многих, так как это является воссоединением напрямую с природой и предками. Данные объекты способны сформировать уникальный облик как самой территории, так и региона в целом, что способствует развитию и символом нового взгляда на взаимодействия трех факторов: архитектура, природа и человек.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кудрявцева, В. И. Архитектура и туризм: точки пересечения / В. И. Кудрявцева. – М.: АСВ, 2021.
2. Зуев, А. Н. Экологическое зодчество: дерево в архитектуре XXI века/ А. Н. Зуев // Современная архитектура, 2023.
3. Хмельницкий, И. Г. Архитектурные объекты как драйверы культурного туризма/ И. Г. Хмельницкий // Туризм: право и экономика, №2, 2022.
4. Журавлёв, С. В. Архитектура как пространство культуры./ С. В. Журавлёв – М.: Архитектон, 2020.

УДК 72.04

Самар Кристина Алексеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Samar Kristina Alekseevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сохацкая Дарья Геннадьевна, доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sokhatskaya Daria Gennadiyevna, Associate Professor of the Department of Architectural Environment Design, Komsomolsk-na-Amure State University

КОНЦЕПЦИЯ СИМБИОЗА: ТРАДИЦИОННЫЕ НАНАЙСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ПОДХОДЫ THE CONCEPT OF SYMBIOSIS: TRADITIONAL NANAI ELEMENTS AND MODERN ARCHITECTURAL APPROACHES

Аннотация. Проект направлен на исследование взаимодействия и симбиоза традиционных архитектурных элементов нанайской культуры с современными архитектурными подходами. В условиях глобализации и распространения современных архитектурных стилей важно сохранять уникальность и идентичность культур через интеграцию традиций в современность.

Abstract. The project is aimed at exploring the interaction and symbiosis of traditional architectural elements of the Nanai culture with modern architectural approaches. In the context of globalization and the spread of modern architectural styles, it is important to preserve the uniqueness and identity of cultures through the integration of traditions into modernity.

Ключевые слова: орнаменты, узоры, нанайская культура, архитектурная среда.

Key words: ornaments, patterns, Nanai culture, architectural environment.

Введение

В настоящее время развитие технологий и урбанизация оказывают значительное влияние на все сферы жизни, одновременно наиболее актуальной проблемой является сохранение культурного наследия. Наиболее яркая форма выражения культурной идентичности проявляется в архитектуре, которая сталкивается с вызовами, связанными с адаптацией традиционных, национальных элементов в современную архитектуру. Данная работа направлена на изучение взаимодействия традиционных нанайских архитектурных форм с современной архитектурной и благоустройством. Это дает возможность сохранить культуру и создать уникальные проекты, которые совмещают в себе как исторические, так и современные требования.

Нанайская культура включает в себя множество традиционных архитектурных элементов, таких как землянка серома, которые служат не только функциональными, но и символическими объектами. Эти элементы, пронизанные духом времени и местной идентичности, могут быть переосмыслены и адаптированы в современную архитектуру. Важным аспектом работы является анализ архитектуры постметаболизма, которая предлагает теоретическую основу для понимания взаимодействия традиционных и современных форм. Этот

подход позволяет рассмотреть архитектуру как динамическую систему, в которой традиции и инновации могут сосуществовать и обогащать друг друга.

В рамках исследования будут освещены несколько ключевых тем. Во-первых, будет проведен анализ традиционных нанайских архитектурных элементов, что позволит выявить их уникальные характеристики и культурное значение. Во-вторых, будут рассмотрены современные архитектурные подходы и технологии, которые могут быть использованы для адаптации традиционных форм. Это включает в себя изучение новых материалов, методов строительства и дизайна, которые могут быть интегрированы в проекты, основанные на традициях.

И необходимо затронуть проблему сохранения культурного наследия нанайцев. Архитектура во все времена была носителем культурных ценностей. Она будет бережно сохранять и передавать будущим поколениям все свои знания и функционал.

Основная часть

Симбиоз – это не гармоничное слияние, а динамичное взаимодействие противоположностей. Он предполагает не просто сосуществование, а взаимозависимость и даже напряжение между различными элементами. Успешный симбиоз требует признания и уважения к "нейтральной территории" – пространству, где встречаются и взаимодействуют различные культуры, противоположные силы и идеи [1-5].

В основе нанайской архитектуры лежит использование дерева и стремление к функциональности. Традиционные жилища "кули" просты в исполнении, но при этом идеально адаптированы к суровому климату (рисунок 1). Их остроконечные крыши эффективно защищают от осадков, а внутреннее устройство обеспечивает удобство и функциональность.



Рисунок 2 – Кули, традиционное жилище нанайцев

Изучение деревянной резьбы, неотъемлемой части культуры, позволяет понять, как архитектура, через свои декоративные элементы, несущие символический смысл, поддерживает и выражает культурную идентичность.

Используя экологичные материалы и современные технологии, архитекторы сегодня интегрируют нанайские элементы в свои проекты. Это позволяет создавать здания, которые не только комфортны и безопасны, но и отражают культурную идентичность региона, способствуя устойчивому развитию городской среды.

В нанайской архитектуре природа становится главным источником вдохновения. Растительные и животные мотивы превращают здания из простых конструкций в метафорические послания. Эти узоры несут в себе глубокий смысл, отражая тесную связь нанайцев с окружающим миром и их уважительное отношение к нему. Таким образом, архитектура, будь то традиционная или современная, становится живым воплощением культуры и ценностей народа.

Ключевая задача такого объединения - не только сохранение культурных ценностей, но и стимулирование межкультурного диалога. Современная интерпретация традиционных форм позволит укрепить взаимопонимание между разными поколениями.

Также применение знаковых форм как орнаменты, узоры, дерево, простота форм можно удачно вписать в ландшафт. На примере можно посмотреть, как хорошо смотрятся в

ландшафте использование плавных форм в посадках растений (рисунок 2). Комбинирование различных цветов и кустарников дает красивую композицию, которая может украшать как простые дворы, так и места общественного значения. Благодаря таким посадкам в виде орнаментов, можно различать культурную идентичность народов России и за рубежом.



Рисунок 2 – Орнаментальный цветник

Нанайская архитектура, пронизанная уважением к природе, отличается геометрической четкостью и пространственной организацией, оптимально приспособленной к местным климатическим условиям. Эти характеристики служат фундаментом для разработки современных зданий, адаптированных к сегодняшним потребностям.

Ключевая задача – сохранить культурную идентичность нанайцев в условиях современной застройки. Архитекторы и дизайнеры ищут способы гармонично вписать традиционное искусство, например, резьбу по дереву и орнаменты, в современные здания, используя их как декоративные или функциональные элементы, не теряя при этом их культурного значения (рисунок 3).

Этот подход предполагает взаимовыгодное взаимодействие: современные дизайнерские решения получают вдохновение и глубину от традиционных нанайских элементов, а современные технологии и методы позволяют по-новому интерпретировать и транслировать культурное наследие нанайцев. Интеграция культурного контекста в повседневную архитектуру способствует созданию устойчивой городской среды, отражающей самобытность и дух местной традиции.

Чтобы архитектурное наследие процветало, необходимо найти баланс между уважением к прошлому, потребностями настоящего и видением будущего. Сохранение традиций и внедрение новаторских идей возможно лишь при условии открытого диалога, где каждый элемент служит мостом между поколениями и культурами. Применение современных архитектурных средств в контексте нанайской культуры позволяет взглянуть на проектирование по-новому, открывая путь к созданию уникальных и инновационных решений.

Заключение

В завершение работы важно акцентировать внимание на необходимости гармоничного симбиоза традиционной нанайской архитектуры и современных архитектурных тенденций. В быстро меняющемся городском пейзаже сохранение культурного наследия. Такие конструкции не следует воспринимать лишь как исторические памятники – они воплощают в себе глубокие символические значения и могут быть переосмыслены для интеграции в современное пространство.

Традиционная нанайская архитектура, благодаря своей уникальности, открывает новые горизонты для инноваций в современном проектировании. Глубокое понимание этих элементов, отражающих исторические и культурные особенности народа, позволяет созда-



Рисунок 3 – Пример использования нанайских орнаментов в архитектурное пространство

вать функциональные и эстетически выразительные пространства. Современные архитектурные подходы, такие как постметаболизм, обеспечивают теоретическую основу для интеграции наследия и новаторства, акцентируя внимание на гибкости и адаптивности, что необходимо для разработки уникальных архитектурных решений, сочетающих культурные традиции и современные технологии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бадлуева, В.М. ФИЛОСОФИЯ СИМБИОЗА КИСЁ КУРОКАВЫ/ В.М. Бадлуева/ Министерство природных ресурсов Хабаровского края ООО Российский Медиа Альянс Хабаровский государственный педагогический университет/ Книга-альбом. – Хабаровск: Российский Медиа Альянс, 2004. – 130 с.: ил. – URL: <https://lib.tsu.ru> (дата обращения 10.06.2025).
2. Архитектура и искусство: симбиоз и взаимосвязь. – URL: <https://stroyvec.ru/arhitektura-i-iskusstvo-simbioz-i-vzaimosvyaz/> (дата обращения 10.06.2025).
3. Ковальчук, А. Орнаментальные элементы и мотивы в искусстве нанайцев на примере экспонатов ДВХМ./ А. Ковальчук – URL: <https://artmuseum27.ru/ornamentalnye-jelementy-i-motivny-v-iskusstve-nanajcev/> (дата обращения 15.04.2015).
4. Симбиоз современности и традиции в архитектуре. – URL: <https://amusementlogic.ru/2023/06/14/simbioz-sovremennosti-i-tradicii-v-arhitekture/> (дата обращения 10.06.2025).
5. Декоративно-прикладное искусство нанайцев. – URL: <https://arctic-megapedia.com/blog/2020/11/11/декоративно-прикладное-искусство-на/> (дата обращения 17.04.2015).

УДК 624.012.35

Симоненко Руслан Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Simonenko Ruslan Aleksandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeniy Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

БЕТОНИРОВАНИЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ CONCRETING IN WINTER CONDITIONS

Аннотация. В статье исследуются сложности, возникающие при бетонировании в зимний период, в частности, процессы укладки и твердения бетона при отрицательных температурах. Проанализировано, как охлаждение влияет на скорость набора прочности бетонной смеси. Рассмотрены современные способы интенсификации процесса твердения, направленные на снижение трудовых расходов и повышение экономической рентабельности. Приведен обзор результативных технологий, таких как метод «термоса» и метод прогрева бетона электродами, которые дают возможность достигать проектной прочности бетона в сложных погодных условиях.

Abstract. The article explores the challenges that arise during concreting in winter, particularly the processes of concrete placement and hardening at sub-zero temperatures. It analyzes how cooling affects the rate of concrete strength development. The article also discusses modern methods for accelerating the hardening process, which aim to reduce labor costs and improve economic efficiency. The article provides an overview of effective technologies, such as the "thermos" method and the use of electrodes to heat concrete, which enable achieving the desired concrete strength in challenging weather conditions.

Ключевые слова: бетон, зимнее бетонирование, отрицательные температуры, набор прочности, ускорение твердения, экономическая рентабельность, метод «термоса», метод прогрева бетона электродами.

Key words: concrete, winter concreting, negative temperatures, strength development, accelerated hardening, economic profitability, thermos method, the method of heating concrete with electrodes.

Введение

Сложность зимнего бетонирования – обеспечить набор бетоном необходимой прочности в условиях отрицательных температур. Так как интенсивность твердения бетона напрямую связана с температурным режимом, на практике применяют различные технологические методы для ускорения этого процесса. Эти методы призваны оптимизировать трудозатраты и повысить экономическую эффективность работ. В данной статье детально разбираются два таких метода – метод «термоса» и метод прогрева бетона электродами, являющиеся эффективными решениями для зимнего бетонирования. [1-5]

Основная часть

Набор прочности бетона является следствием химической реакции гидратации, протекающей между цементом и водой. Этот процесс наиболее эффективен при положительных температурах (оптимально $+15...+25\text{ }^{\circ}\text{C}$). При низких температурах (от 0 до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) гидратация замедляется, что увеличивает время набора прочности. Для решения этой проблемы применяются различные методы, такие как прогрев бетона с помощью электродов, метод термоса.

Рассмотрим метод термоса. Метод термоса основан на сохранении тепла, выделяемого в процессе гидратации цемента, за счет теплоизоляции бетонной конструкции. Этот метод не требует дополнительных источников энергии, что делает его экономически выгодным. Принцип работы метода термоса заключается в следующем. Бетонная смесь укладывается в предварительно утепленную опалубку. Тепло, выделяемое в процессе гидратации, сохраняется благодаря теплоизоляционным материалам (пенополистиролу, минеральной вате, деревянным щитам и др.). Температура бетона поддерживается на уровне, достаточном для нормального протекания гидратации, даже при отрицательных температурах окружающей среды.

Преимущества метода термоса:

1. Экономичность: отсутствие затрат на электроэнергию или топливо для обогрева.
2. Простота реализации: не требуются сложное оборудование или высокая квалификация рабочих.
3. Экологичность: метод не предполагает использования химических добавок или выбросов вредных веществ.

К недостаткам метода термоса можно отнести ограниченную эффективность при экстремально низких температурах (ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) и необходимость тщательного расчета толщины теплоизоляции и контроля температуры бетона.

Рассмотрим метод прогрева бетона электродами. Данный метод основан на пропускании электрического тока через бетонную смесь, что вызывает ее нагрев за счет сопротивления. Этот метод позволяет равномерно прогревать бетон и ускорять процесс гидратации. Принцип работы метода прогрева электродами заключается в следующем. В бетонную смесь устанавливаются электроды (стержневые, струнные или пластинчатые). Электроды подключаются к источнику переменного тока. При пропускании тока через бетон выделяется тепло, которое прогревает смесь.

Преимущества метода прогрева электродами:

1. Высокая эффективность: равномерный прогрев бетона по всему объему.
2. Возможность использования при экстремально низких температурах.
3. Быстрый набор прочности бетона.

К недостаткам метода прогрева электродами можно отнести высокие затраты на электроэнергию, необходимость квалифицированного персонала для монтажа и контроля системы и риск пересушивания бетона при неправильном контроле температуры.

Проведем сравнение рассмотренных методов по ключевым технико-экономическим критериям. Анализ выполнен для объекта: монолитное железобетонное перекрытие объемом 100 м^3 , возводимое в условиях отрицательных температур. Результаты анализа систематизированы и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов зимнего бетонирования для монолитного перекрытия (100 м^3)

Метод бетонирования	Стоимость материалов, руб.	Стоимость работ, руб.	Время набора прочности, дн.
Метод термоса	50000	≈ 10000	4
Прогрев электродами	120000	≈ 30000	2

В затраты при первом способе включены стоимость теплоизоляционных материалов (пенополистирол, минеральная вата) и опалубки, а также затраты на монтаж теплоизоляции и опалубки, затраты на контроль температуры бетона. Во втором способе включены затраты на стоимость электродов, проводов и источника питания, а также затраты на работы по монтажу электродов, подключения системы, круглосуточного контроля температуры.

Анализ таблицы 1 показывает, что метод термоса является наиболее экономичным по затратам на материалы и работы, однако требует больше времени для набора прочности бетона. Метод прогрева электродами обеспечивает быстрый набор прочности, но требует значительных затрат на электроэнергию и квалифицированный персонал.

Заключение

Метод термоса и метод прогрева бетона электродами являются эффективными решениями для зимнего бетонирования, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Метод термоса оптимален для объектов, где допустимо увеличение времени набора прочности бетона при минимальных затратах. Он прост в реализации и не требует дополнительных энергозатрат. Метод прогрева электродами целесообразно использовать при экстремально низких температурах или при необходимости быстрого набора прочности. Однако он требует значительных затрат на электроэнергию и квалифицированный персонал. Выбор метода бетонирования должен основываться на анализе конкретных условий строительства, включая температурный режим, доступность материалов и оборудования, а также экономическую целесообразность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хаютин, Ю. Г. Монолитный бетон / Ю. Г. Хаютин. – М. : Стройиздат, 1991. – 576 с.
2. Зотов, А. В., К анализу температурных напряжений в бетонных покрытиях / А. В. Зотов, А. А. Ляпин // Инженерный вестник Дона.-2015.-№7.-С. 15-21.
3. Осипов, А. М., Бетонирование при низких температурах / А. М. Осипов // Инженерный вестник Дона.-2016.-№2.-С. 64-72.
4. Баженов, Ю. М. Технология бетонных и железобетонных изделий / Ю.М. Баженов. – М. : Москва, 1984. – 102 с.
5. Рыжов, И. Н., О влиянии свойств бетона на качество и себестоимость строительного объекта / И. Н. Рыжов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.-2010.-№9.-С. 35-54.

УДК 004.942

Сорокожерднева Анастасия Максимовна, студент, Комсомольский-на- Амуре государственный университет

Sorokozherdneva Anastasiya Maksimovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОПАСНЫЕ ОТХОДЫ: КАК ПРАВИЛЬНО УТИЛИЗИРОВАТЬ БАТАРЕЙКИ, ПЛАСТИК И РТУТНЫЕ ЛАМПЫ DANGEROUS WASTE: HOW TO DISPOSE OF BATTERIES, PLASTIC AND MERCURY LAMPS

Аннотация. В современном мире проблема утилизации опасных бытовых отходов приобретает особую актуальность. Статья освещает ключевые аспекты безопасного обращения с наиболее распространёнными видами опасных отходов: батарейками, пластиком и ртутьсодержащими лампами. Рассматривается их негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, а также даются практические рекомендации по правильной утилизации.

Материал содержит конкретные инструкции по действиям в случае повреждения опасных предметов и адреса пунктов приёма в большинстве российских городов. Статья будет полезна всем, кто заботится об экологической безопасности и хочет внести вклад в сохранение окружающей среды.

Abstract. In the modern world, the problem of hazardous household waste disposal is becoming especially relevant. The article covers key aspects of safe handling of the three most common types of hazardous waste: batteries, plastic and mercury-containing lamps. Their negative impact on the environment and human health is considered, and practical recommendations for proper disposal are given. The material contains specific instructions on what to do in case of damage to hazardous items and addresses of collection points in most Russian cities. The article will be useful to everyone who cares about environmental safety and wants to contribute to the preservation of the environment.

Ключевые слова: опасные отходы, пластик, ртуть, батарейки, безопасность, утилизация, негативное воздействие.

Keywords: hazardous waste, plastic, mercury, batteries, safety, recycling, negative impact.

Введение

На сегодняшний момент проблема утилизации опасных отходов становится все более актуальной. К наиболее распространенным бытовым опасным отходам можно отнести батарейки, аккумуляторные батареи, пластик, ртутные и энергосберегающие лампы, которые при неправильном обращении наносят серьезный вред окружающей среде и здоровью людей. Данные отходы попадая в окружающую среду несут долгосрочные негативные последствия.

Правильное и рациональное обращение с опасными отходами и веществами – это залог здорового будущего нашей планеты. К сожалению, не все граждане отдают себе отчет в серьезности неправильного обращения с отходами, когда выбрасывают их вместе с бытовым мусором.

Основная часть

Каждый день мы используем предметы, которые при неправильной утилизации наносят вред природе и здоровью людей. Батарейки, пластик и ртутьсодержащие отходы требуют особого подхода к переработке. Разберёмся, почему их нельзя выбрасывать в общий мусор и как правильно с ними обращаться.

Перечислим основные вещества, которые содержатся, например, в аккумуляторных батареях:

- Свинец – один из самых вредных и опасных металлов, который накапливается в почках и вызывает заболевания мозга, а также нервные расстройства.
- Кадмий – очень токсичен, накапливаясь в печени, почках, костях и щитовидной железе, приводит к нарушениям кальциевого обмена в организме, относится к канцерогенным веществам, провоцирующим появление рака.
- Ртуть влияет на мозг, нервную систему, почки и печень, накапливается в почках. Вызывает нервные расстройства, ухудшение зрения, слуха, нарушения двигательного аппарата, заболевания дыхательной системы.
- Никель и цинк – вызывают кожные заболевания.
- Щелочи – несут раздражающее действие, влияя на слизистую оболочку и кожные покровы.

Попадая на свалки, токсичные вещества согласно круговороту веществ, в природе проникают в почву, воду и воздух, вызывая негативные последствия для экологии.

1 батарейка заражает 20 м² земли или 400 литров воды. В России ежегодно человек выбрасывает около 20 батареек в год, в масштабах страны получается более 2 млрд. штук, а это загрязнение 4 млн. га земли и 800 млн. м³ воды. Поэтому опасные отходы нельзя выбрасывать в обычный мусор.

К наиболее распространенным негативным последствиям можно отнести [1]:

- загрязнение грунтовых вод (батарейки выделяют тяжёлые металлы);
- отравление животных и растений (пластик распадается на микропластик, попадая в пищевую цепь);

- возникновение риска для здоровья человека (ртуть из разбитых градусников и ламп вызывает поражение нервной системы).

Почему же эти отходы опасны? Они содержат свинец, кадмий, литий, которые вызывают отравления. Перечисленные вещества относятся ко II классу опасности (высокоопасные вещества).

Батарейка на открытом воздухе, при повышенной влажности или других условиях в окружающей среде, непременно разрушается, нарушается ее герметичность, и при разложении все содержащиеся в ней химические вещества попадают в почву, воздух, воду и передаются по трофическим цепям в живые организмы. Поэтому рекомендуется сдавать батарейки в специализированные пункты приема (рисунок 1).

В крупных городах имеются:

- специальные контейнеры в магазинах «ВкусВилл», «Media Markt», «ИКЕА».
- пункты приёма «Бокси», «Экобокс», «Чистый город».
- проводятся акции по сбору, например, «Неделя сбора батареек».

Что делать с батарейками на уровне обычного гражданина? Хранить дома в пластиковой таре и сдавать партиями. В некоторых случаях производится централизованный сбор в качестве экологических акций в образовательных организациях для привлечения внимания молодежи к проблемам экологии.

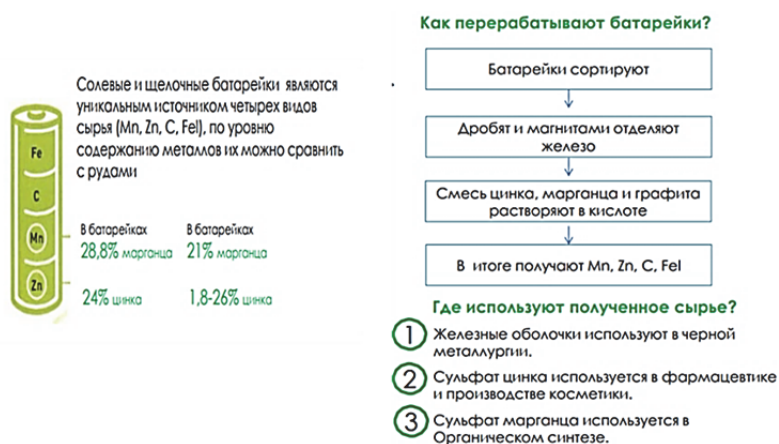


Рисунок 1 – Метод переработки батареек в ООО «Экология-Новосибирск»

Почему же опасен пластик? Данное вещество разлагается 100–500 лет, выделяя токсины. Поэтому необходима четкая сортировка данного вида отходов [2, 3]:

- маркировка 1 (PET) – бутылки перерабатываются;
- маркировка 5 (PP) – контейнеры принимают не везде;
- маркировка 7 (OTHER) – смешанный пластик чаще всего сжигают.

Сдача отходов для раздельного сбора производится в синие контейнеры во дворах, в фандоматы (например, «СберЕсть»), в экоцентры («Собиратор», «РазДельный Сбор»).

Почему опасны ртутные отходы (лампы, градусники)? Пары ртути поражают лёгкие и мозг. Ртуть – это единственный металл, который начинает испаряться при комнатной температуре +18 °C. 2 грамма ртути в одном термометре загрязняют 6 000 м³ воздуха и 1 600 м² водоема. Выброс разбитого градусника в мусорный мешок категорически запрещен.

Сдача ртуть содержащих отходов должна производиться в демеркуризационные центры, в случае их отсутствия рекомендуется искать экомобили и передвижные пункты сбора или организовать сбор в своём дворе через управляющую компанию, использовать почтовые сервисы (например, «Бокси» принимает батарейки по почте).

Заключение

Каждый из нас ежедневно сталкивается с опасными отходами – будь то использованные батарейки, пластиковая упаковка или перегоревшие ртутные лампы. Но их неправильная утилизация превращает привычные предметы в тихих убийц природы и нашего здоровья.

Утилизация опасных отходов – это не сложно, если сделать её привычкой. Несколько минут вашего времени могут спасти тонны чистой воды, гектары плодородной земли и что-то жизни [4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Николайкин, Н.И. Экология: учеб. для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дрофа, 2003. - 624 с.
2. Ревель П. Среда нашего обитания / П. Ревелль. – Москва : Мир, 1994 - 1995. - В 4-х кн. Кн.2: Загрязнение воды и воздуха. - 1995. - 296 с.
3. Румянцева, Е. Е. Здоровое потребительское поведение. Научные советы по защите от вредных для здоровья товаров / Е. Е. Румянцева // Москва. “Наука”. 2021. – 342с – ISBN 978-5-8014-65-2.
4. Чилаева, М.Т. Социальные риски и факторы формирования здорового образа жизни молодежи / М.Т. Чилаева // IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Общество и армия». – Тюмень, 2023. С. 186-190. –ISBN 978-68.5 355.55

УДК 331.45

Тетюев Алексей Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Tetyuyev Alexey Dmitrievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Муллер Нина Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Muller Nina Vasilyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ COMPUTER SAFETY

Аннотация. Современный образ жизни и работа во многом зависят от цифровых технологий. Многие люди проводят за компьютером по несколько часов в день, что увеличивает риск развития проблем со здоровьем – зрением, опорно-двигательным аппаратом, нервной системой. Длительная работа за компьютером без соблюдения правил безопасности может привести к профессиональным заболеваниям – компьютерному зрительному синдрому, туннельному синдрому, хронической усталости и другим.

Abstract. Modern lifestyle and work are largely dependent on digital technologies. Many people spend several hours a day in front of a computer, which increases the risk of developing health problems such as vision, musculoskeletal, and nervous system disorders. Prolonged computer use without proper safety measures can lead to occupational diseases such as computer vision syndrome, tunnel syndrome, chronic fatigue, and others.

Ключевые слова: компьютер, безопасность, профилактика, рекомендации, снижение воздействия.

Введение

Современный человек проводит за компьютером в среднем 6–10 часов в день, что может негативно сказываться на зрении, опорно-двигательном аппарате и психоэмоциональном состоянии. В данной статье рассмотрены ключевые аспекты безопасности, основанные на актуальных научных исследованиях, а также даны практические рекомендации по снижению вредного воздействия от компьютера (ПК).

Основная часть

Хотя компьютеры кажутся безобидными, работа за ними оказывает влияние на здоровье человека.

В первую очередь ощутимое воздействие наблюдается на органы зрения при появлении компьютерного зрительного синдрома (КЗС).

Длительная фокусировка на экране приводит к снижению частоты моргания (в норме 15–20 раз в минуту, при работе за ПК – 3–5 раз), что вызывает сухость глаз. Появляется перенапряжение цилиарной мышцы, отвечающей за фокусировку, что способствует развитию близорукости [1, 2].

В качестве мер профилактики рекомендуется использование мониторов с защитой от синего света, соблюдение правила, что каждые 20 минут делать перерыв, фокусируясь на объекте на расстоянии 6 метров на 20 секунд.

Желательно, чтобы оптимальное расстояние до монитора составляло 50–70 см, а верхний край экрана был на уровне глаз.

Во-вторых, в качестве негативных последствий для здоровья из-за длительного нахождения в фиксированном положении сидя, может быть повышенная нагрузка на опорно-двигательный аппарат.

К основным рискам можно отнести возникновение шейного остеохондроза из-за неправильного положения головы, головные боли, усталость, снижение концентрации, туннельный синдром запястья при длительной работе с мышью и клавиатурой, а также появление болей в пояснице из-за неправильной посадки.

Здесь в качестве профилактики может выступить правильная организация рабочего места

Рабочий стол:

- Должен быть достаточно просторным, чтобы разместить монитор, клавиатуру, мышь и другие необходимые предметы без тесноты.
- Высота стола должна позволять удобно размещать руки: локти согнуты примерно под углом 90 градусов, запястья – в нейтральном положении (не выгнуты вверх или вниз).
- Лучше выбирать стол с регулируемой высотой, чтобы подстроить под индивидуальные параметры пользователя.

Стул:

- Эргономичный офисный стул с регулируемой высотой и поддержкой поясницы помогает сохранять правильную осанку.
- Спинка должна поддерживать естественный изгиб позвоночника, особенно в поясничной области.
- Высота стула должна позволять ногам стоять на полу или на подставке, при этом колени – под углом около 90 градусов.
- Клавиатура и мышь должны располагаться так, чтобы запястья не изгибались.

В-третьих, наблюдается воздействие на психоэмоциональное здоровье человека, которое проявляется в виде цифровой усталости и стресса, когнитивной перегрузки из-за многозадачности, а также нарушения сна из-за синего света экранов. Длительное пребывание за компьютером без перерывов и физической активности может вызывать стресс, снижение концентрации и ухудшение общего самочувствия.

Техника Pomodoro, состоящая из 25 минут работы и 5 минут отдыха, может помочь уменьшить нагрузку. Это метод управления временем, ориентированный на повышение фокуса и снижение стресса.

Следует придерживаться чередования работы и перерывов.

Во время пауз рекомендуется выполнять серию упражнений:

- Для глаз: смотреть на дальнее расстояние (около 6 метров) 20 секунд, крутить глазами по и против часовой стрелки, чаще моргать.
- Для шеи: делать наклоны и повороты головы, круговые вращения.
- Для рук и плеч: выполнять растяжения, сжимать и разжимать кулаки, вращать запястьями.
- Для спины: лёгкие наклоны вперёд-назад, повороты корпуса.

Чтобы избежать мышечного напряжения от неподвижности и улучшить циркуляцию крови, периодически меняйте позу. При возможности используйте стол с регулируемой высотой для работы как сидя, так и стоя.

В-четвертых, при работе с ПК имеется небольшое электромагнитное излучение и другие факторы. По современным данным ЖК-мониторы не оказывают значимого вреда, например, старые ЭЛТ-экраны генерировали низкочастотное излучение и Wi-Fi и Bluetooth имеют крайне низкую интенсивность.

Однако в качестве рекомендаций соблюдайте безопасность электропитания и оборудования [3]. Для исправности оборудования:

- Используйте исправные кабели и розетки, не допускайте повреждений изоляции.
- Не перегружайте электросеть большим количеством подключённых устройств.

Заземление:

- Все компьютерные устройства должны быть подключены к заземлённой электросети для предотвращения поражения электрическим током.

Желательно осуществлять проветривание помещения для снижения концентрации озона от принтеров, использовать ноутбук на столе, а не на коленях, чтобы избежать перегрева.

Для общей профилактики профессиональных заболеваний рекомендуются регулярные разминки и упражнения для снятия мышечного напряжения, использование ортопедических подушек и поддерживающих приспособлений, правильная организация рабочего места и соблюдение режима работы.

Также немаловажна гигиена рук и оборудования, которая включает в себя регулярное мытьё рук, чтобы избежать распространения микробов и чистку клавиатуры, мыши и экрана.

Необходимо уделять больше времени физической активности, включая в распорядок дня упражнения и прогулки, чтобы компенсировать малоподвижный образ жизни. Пейте достаточно воды и избегайте чрезмерного употребления кофеина и сладостей.

Заключение

Таким образом, современные технологии предлагают множество решений для улучшения безопасности и комфорта работы – эргономичная мебель, программное обеспечение для контроля времени работы, фильтры синего света и др. Их правильное использование повышает актуальность темы [3,4].

Безопасность работы за компьютером – это важный аспект сохранения здоровья и повышения продуктивности, который требует постоянного внимания и внедрения современных рекомендаций.

Следуя этим рекомендациям, можно значительно снизить негативное воздействие компьютера на здоровье.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» / Россельхознадзор России. – Москва, 2021. – 469 с.
2. Ковригин, А.О. Оценка медицинских последствий воздействия техногенных факторов на здоровье населения в отдаленном периоде/ А.О. Ковригин //Международно-научно-практическая конференция «Дальневосточная весна- 2021». – 2021. – С. 271-273.
3. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 134 с.
4. Каменская, Е. Н. Безопасность жизнедеятельности и управление рисками: учебное пособие / Е.Н. Каменская. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. – 251 с.

УДК 69.05

Хайбулов Теймур Айдын оглы, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Khaybulov Teymur Aydin ogly, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Андрей Викторович, кандидат экономических наук, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Andrey Viktorovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ДИНАМИКА СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА DYNAMICS OF THE ESTIMATED COST OF CIVIL ENGINEERING IN THE FAR NORTH

Аннотация. Данная статья посвящена комплексному анализу ключевых факторов, определяющих динамику сметной стоимости объектов гражданского строительства в условиях Крайнего Севера. Особое внимание уделяется влиянию сурового климата, логистики и удорожания материалов.

Abstract. This article is devoted to a comprehensive analysis of the key factors determining the dynamics of the estimated cost of civil engineering facilities in the Far North. Special attention is paid to the impact of the harsh climate, logistics, and rising cost of materials.

Ключевые слова: сметная стоимость, бюджетные средства, индекс, смета.

Key words: estimated cost, budget funds, index, estimate.

Введение

Современное капитальное строительство в России демонстрирует высокие темпы развития, охватывая широчайший спектр объектов – от возведения точечных жилых комплексов и частных домов до реализации грандиозных проектов в индустриальной сфере и ключевой инфраструктуры: автомагистралей, мостов и энергомошностей. В условиях такой активной деятельности особую актуальность приобретает вопрос финансовой оптимизации. Одним из действенных инструментов контроля расходов является процедура экспертизы сметной стоимости. Важно отметить, что ее статус напрямую зависит от источника финансирования. При частных инвестициях заключение экспертов носит рекомендательный, консультативный характер, помогая застройщику выявить резервы для экономии. В то же время, использование средств государственного или муниципального бюджета делает проведение независимой экспертизы строго обязательным, и без ее положительного заключения проект не может быть допущен к реализации. Таким образом, грамотный и корректный расчет сметы становится фундаментальной задачей, поскольку именно этот документ устанавливает точный объем необходимых капиталовложений и служит финансовым обоснованием всего строительного проекта, определяя его рентабельность и инвестиционную привлекательность.

Основная часть

Эксперты, анализируя проектно-сметную документацию, прежде всего, стремятся обнаружить расхождения между расчетами смет и действующими стоимостными нормативами. Особенно критично правильное применение сметных нормативов для проектов с бюджетным финансированием, поскольку некорректность может привести к негативному заключению.

Эксперты, проводя оценку сметной документации, тщательно анализируют соответствие проекта нормативным требованиям для установления достоверной стоимости. Финансовые средства на реализацию проекта выделяются только после получения экспертного заключения, которое служит ключевым фактором при принятии решения о запуске строительных работ.

Начиная с 2019 года, законодательство России претерпело значительные трансформации в сфере обоснования государственных капиталовложений. Законопроект Минстроя России, одобренный Госдумой в первом чтении в июне 2018 года, введен с 1 января 2019 года обязательное предварительное обоснование размера государственных инвестиций. Данное требование распространяется на все строительные и ремонтные проекты капитальных объек-

тов, предполагаемая стоимость которых превышает 1,5 миллиарда рублей. Эти нововведения, инициированные Министерством строительства РФ, внесли коррективы в Градостроительный кодекс и Федеральный закон об инвестиционной деятельности, осуществляемой через капитальные вложения [1, с. 15].

Законопроект вводит новый подход к государственным инвестициям в строительство. Прежде чем выделять бюджетные средства на капитальные объекты стоимостью свыше 1,5 млрд. рублей, необходимо провести предварительную оценку. Внедряемый механизм обоснования инвестиций позволит заранее проанализировать экономическую целесообразность технических и технологических решений. Такой подход значительно снижает вероятность финансирования неэффективных проектов, защищая государственные средства от нерационального использования.

Методологически обоснованные и тщательно разработанные индексы, соответствующие сметно-нормативной базе 2001 года, научно коррелируют с положениями, детально изложенными в Методике расчета индексов изменения сметной стоимости строительства, официально утвержденной приказом вышеупомянутого министерства от 5 июня 2019 года. Данная деятельность, систематически выполняемая в рамках нормативно-правового регулирования, является неотъемлемой частью функционально-административных полномочий Минстроя России.

В строительной индустрии России 1950-е годы характеризовались использованием ресурсного метода для расчета сметной стоимости. Впоследствии, в связи с ограниченностью информационных ресурсов и рядом других причин, строительная отрасль перешла на базисно-индексный метод. Однако с января 2024 года произошли значительные изменения - ресурсно-индексный метод (далее - РИМ) стал доминирующим подходом к определению стоимости строительства во всех регионах РФ. Процесс трансформации начался еще в конце ноября 2023 года. РИМ представляет собой комбинированный подход, объединяющий компоненты как ресурсного, так и базисно-индексного методов расчета.

Стоимость сметы рассчитывается с использованием актуальных расценок на ресурсы, представленных в ФГИС ЦС, параллельно применяя индексацию к компонентам базисных единичных расценок. Для смет, разработанных ресурсным методом, часто применяются индексы ГЭСН, которые широко используются в строительной отрасли. Подобно индексам ФЕР, они могут быть применены как к отдельным позициям, так и при финальном расчете общей сметной стоимости. Актуализация и стабилизация стоимости строительных объектов – вот ключевая задача индексов ГЭСН, позволяющая сократить финансовые риски и предотвратить убытки [1, с. 25].

Когда строительные работы откладываются на длительное время после составления проектной документации, возникает необходимость в применении этих индексов. Например, если проект был подготовлен в 2017 году, а реализация началась только в 2020, сметные цены теряют актуальность. Отказ от использования корректирующих коэффициентов в такой ситуации может привести к существенным финансовым издержкам для участников строительного процесса.

Строительный прогноз стоимости объекта капитального строительства на протяжении всего периода создания опирается на конкретные инструменты. Единственным механизмом, способным отразить разнообразные инфляционные процессы, являются индексы-дефляторы Министерства экономического развития РФ по категории «Инвестиции в основной капитал». Согласно актуальным нормативным документам, прогнозирование также основывается на официальных статистических данных об индексах цен на инвестиционную продукцию и услуги в строительной сфере, которые публикуются Федеральной службой государственной статистики для каждого соответствующего временного интервала [2, с. 5].

В качестве иллюстрации используется строительный проект, приобретение подрядных услуг для которого осуществилось в начале 2020 года с пятилетним периодом реализации (таблица 1). Данный пример демонстрирует фактические изменения цены строительной продукции и отражает подлинную динамику стоимости в процессе возведения объекта.

При изучении собранной информации отчетливо выявляется значительная дивергенция итоговых коэффициентных значений. Согласно данным таблицы 1, основанным на региональном мониторинге цен строительных ресурсов и региональной РТМ, коэффициент составляет 1,425, в то время как по информации Минэкономразвития России этот показатель равен 1,334. Финансовые потери подрядчиков оказываются весьма существенными, если учесть, что стоимость таких долгосрочных проектов достигает миллиардов рублей. Хотя на первый взгляд разница в 7% между показателями изменения стоимости строительно-монтажных работ за пятилетний период может показаться незначительной, для масштабных объектов со сроком строительства 4-5 лет это приводит к ощутимым финансовым последствиям для исполнителей.

Таблица 1 – Уровни инфляции по данным Минэкономразвития РФ и расчетным данным, полученным на основе мониторинга цен строительных ресурсов и региональной ресурсно-технологической модели

Источники данных по показателям инфляции по периодам	2020	2021	2022	2023	2024
Министерство экономического развития РФ					
Индексы-дефляторы по строке «Инвестиции в основной капитал»	103,7	105,3	106,8	105,6	108,4
Коэффициент инфляции за период с 01.01.2020	1,037	1,092	1,166	1,231	1,334
Расчетные данные на основе мониторинга цен и региональной РТМ					
Индексы изменения стоимости строительно-монтажных работ к базисному уровню СНБ- 2021 (IV квартал)	8,80	9,94	10,03	9,98	11,80
Коэффициент изменения стоимости строительно-монтажных работ в годовом исчислении	1,063	1,130	1,009	0,995	1,182
Коэффициент изменения стоимости строительно-монтажных работ за период с 01.01.2020	1,063	1,201	1,212	1,206	1,425

Сопоставление расчетных показателей, полученных через мониторинг стоимости строительных ресурсов, с официальными данными Минэкономразвития РФ выявило значительное расхождение - свыше 40%. Это несоответствие сформировалось на протяжении 22-летнего периода применения действующей сметно-нормативной базы СНБ-2001 при расчетах стоимости строительных работ. Динамика изменения цен демонстрирует существенную разницу между официальной статистикой и реальными показателями строительного рынка [2, с. 10].

Анализ структурных особенностей сметных затрат при заключении контрактов на реконструкцию, капитальный ремонт или отдельные конструктивные решения представляет собой ключевой аспект при формировании договорной цены. Это особенно важно учитывать для объектов капитального строительства разного функционального назначения. Существующая статистическая информация не соответствует реальным потребностям строительной индустрии, что наглядно подтверждается сопоставлением конечных показателей. Отрасли необходима объективная методика оценки финансовых ресурсов, требуемых для успешной реализации проектов.

Создание общегосударственной системы классификации строительных ресурсов (КСР) и внедрение государственного мониторинга цен в строительстве с высокой вероятностью устраним существующее противоречие. Одна из главных задач классификатора – обеспечить возможность постоянного отслеживания стоимости элементов строительной продукции. Собранная информация о ценовых показателях будет применяться для расчета сметных затрат на этапе архитектурно-строительного проектирования. Такая система позволит эффективно собирать, обрабатывать и использовать стоимостные данные, необходимые для точного определения сметной стоимости строительных объектов.

Государственный мониторинг строительных цен, классифицируемый согласно строительному ресурсному справочнику, эффективно интегрируется в систему укрупненных стоимостных нормативов (НЦС), базирующихся на специально адаптированных ресурсно-технологических моделях.

Строительная продукция характеризуется высокой изменчивостью параметров. Это касается не только технологических и эксплуатационных характеристик, важных для конечного потребителя, но и стоимостных показателей, которые формируются на основе мониторинга цен всех ресурсных элементов, что подтверждается исследованием [3, с. 10].

Влияние цен на строительные материалы и важность мониторинга их изменений прослеживается во всех упомянутых выше мнениях ученых и исследователей. Это воздействие отражается на расчетах затрат при реализации проектов в сфере строительных инвестиций на каждом этапе их осуществления.

Заключение

Таким образом, проблема изменения цен на строительные материалы в условиях Крайнего Севера носит системный и непреходящий характер. Высокая зависимость от дальнепривозных ресурсов, сложности логистики и суровые климатические факторы формируют крайне нестабильную стоимость строительства. В связи с этим задачи по её точному прогнозированию и формированию достоверной оценки на этапе проектирования сохраняют свою первостепенную актуальность из года в год. Именно эта фундаментальная изменчивость ключевых экономических параметров и является основной причиной, закономерно приводящей к ежегодной динамике сметной стоимости. Это, в свою очередь, требует от всех участников инвестиционно-строительного процесса применения гибких механизмов ценообразования и постоянного мониторинга рынка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ Минстроя России от 25.05.2018 N 313/пр. (ред. от 21.08.2019) «Об утверждении перечня направлений деятельности экспертов и требований к содержанию данных направлений для получения юридическим лицом аккредитации на право проведения негосударственной экспертизы проектной документации и (или) негосударственной экспертизы результатов инженерных изысканий» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.06.2018 N 51384) – URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minstroja-rossii-ot-25052018-n-313pr-ob-utverzhdanii/> (дата обращения 29.09.2025)
2. Федяева, Н.А. Многофункциональные жилые комплексы/ Н.А. Федяева // М.: МАрХИ, 1981. 122 с.
3. Федяева, Н.А. Многофункциональные жилые комплексы. / Н.А. Федяева Т.Б. Набокова // Учебное пособие, М., 1992 г.

УДК 72.012.183:725.51

Чебанова Анастасия Олеговна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Chebanova Anastasiia Olegovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Гринкруг Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет;
Grinkrug Natalya Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amur State University

ДОСТУПНАЯ СРЕДА В БОЛЬНИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ ACCESSIBLE ENVIRONMENT OF HOSPITAL COMPLEXES

Аннотация. Цель работы заключается в анализе современного состояния доступной среды в больничном комплексе и разработке рекомендаций по её совершенствованию. Предметом исследования являются архитектурно-планировочные решения, техническое оснащение и организационные аспекты обеспечения безбарьерной среды для пациентов с ограниченными возможностями здоровья. В результате работы выявлены основные проблемы доступности медицинских учреждений, проанализированы международные стандарты и лучшие практики создания инклюзивной среды в здравоохранении, предложены конкретные меры по улучшению доступности больничных комплексов для всех категорий пациентов.

Abstract. The purpose of the work is to analyze the current state of the accessible environment in hospital complexes and develop recommendations for its improvement. The subject of the research is architectural and planning solutions, technical equipment and organizational aspects of providing a barrier-free environment for patients with disabilities. As a result of the work, the main problems of accessibility of medical institutions were identified, international standards and best practices for creating an inclusive healthcare environment were analyzed, and specific measures were proposed to improve accessibility of hospital complexes for all categories of patients.

Ключевые слова: доступная среда, больничные комплексы, безбарьерная архитектура, инклюзивное здравоохранение, универсальный дизайн, люди с инвалидностью, медицинские учреждения, архитектурная доступность.

Keywords: accessible environment, hospital complexes, barrier-free architecture, inclusive healthcare, universal design, people with disabilities, medical institutions, architectural accessibility.

Введение

Проблема создания доступной среды в больничных комплексах приобретает особую актуальность в контексте реализации принципов социальной справедливости и равных возможностей в сфере здравоохранения. По данным Всемирной организации здравоохранения, более одного миллиарда человек в мире живут с той или иной формой инвалидности, что составляет около 15% населения планеты. В Российской Федерации численность людей с ограниченными возможностями здоровья превышает 12 миллионов человек, и эта категория граждан нуждается в особом внимании при организации медицинского обслуживания.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения равного доступа к медицинским услугам для всех категорий населения, независимо от физических возможностей. Современные больничные комплексы должны соответствовать международным стандартам доступности и принципам универсального дизайна, что требует комплексного подхода к проектированию и модернизации медицинских учреждений. Особую важность приобретает данная проблема в связи с ратификацией Российской Федерацией Конвенции ООН о правах инвалидов и принятием федерального закона «О социальной защите инвалидов в РФ».

Целью данной работы является комплексный анализ современного состояния доступной среды в больничных комплексах и разработка научно обоснованных рекомендаций по её совершенствованию с учетом потребностей различных групп пациентов с ограниченными возможностями здоровья.

Степень разработанности темы характеризуется наличием фундаментальных исследований в области архитектурной доступности и универсального дизайна, проведенных такими учеными, как Э. Голдсмит, Р. Мейс, С. Кларксон. В отечественной науке вопросы безбарьерной среды освещены в работах В.З. Кантора, Г.Н. Пенина, А.В. Степанова. Однако специальных исследований, посвященных комплексной оценке доступности именно больничных комплексов с учетом специфики медицинского обслуживания, остается недостаточно, что определяет научную новизну данного исследования.

Основная часть

Концепция доступной среды в больничных комплексах базируется на принципах универсального дизайна, разработанных в середине XX века архитектором Рональдом Мейсом. Универсальный дизайн предполагает создание среды, которая может использоваться всеми людьми в максимально возможной степени без необходимости адаптации или специализированного дизайна [1]. В контексте медицинских учреждений это означает формирование пространства, доступного для людей с различными видами нарушений: опорно-двигательного аппарата, зрения, слуха, а также для лиц с интеллектуальными нарушениями.

Современные подходы к проектированию доступной среды в здравоохранении опираются на международные стандарты, включая требования Конвенции ООН о правах инвалидов и рекомендации Всемирной организации здравоохранения. Основными принципами формирования такой среды являются: справедливость в использовании, гибкость в использо-

вании, простое и интуитивное использование, воспринимаемая информация, допустимость ошибки, низкие физические усилия и размер пространства для подхода и использования.

Архитектурная доступность больничных комплексов включает несколько ключевых компонентов. Первостепенное значение имеет организация входной группы и путей движения. Входы в медицинские учреждения должны быть оборудованы пандусами с уклоном не более 5%, автоматическими дверями шириной не менее 850 мм, а также тактильными указателями для людей с нарушениями зрения [2] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пандус у входной зоны

Внутренняя планировочная структура больничных комплексов требует особого внимания к организации горизонтальных и вертикальных коммуникаций. Коридоры должны иметь ширину не менее 1800 мм для обеспечения встречного движения инвалидных колясок, а также быть оснащены поручнями на двух уровнях высотой 700 мм и 900 мм. Лифты являются обязательным элементом многоэтажных больничных комплексов, при этом их габариты должны позволять размещение инвалидной коляски с сопровождающим лицом.

Особые требования предъявляются к организации медицинских кабинетов и палат. Минимальная ширина дверных проемов составляет 800 мм, а площадь помещений должна обеспечивать свободное маневрирование инвалидной коляски. В палатах необходимо предусматривать специализированные санитарно-гигиенические узлы с поручнями, откидными сиденьями и достаточным пространством для разворота.

Создание доступной информационной среды в больничных комплексах является неотъемлемой частью обеспечения равных возможностей для всех пациентов. Системы навигации и ориентирования должны учитывать потребности людей с различными видами нарушений [3]. Для пациентов с нарушениями зрения необходимо применение тактильных элементов, звуковых сигналов и рельефно-точечного шрифта Брайля. Контрастная маркировка, крупный шрифт и хорошее освещение обеспечивают доступность информации для людей с частичной потерей зрения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Тактильное покрытие пола и тактильные таблички с шрифтом Брайля

Для пациентов с нарушениями слуха требуется установка индукционных систем, визуальных сигнализаторов и обеспечение возможности перевода на жестовый язык. Информационные стенды должны размещаться на высоте, доступной для восприятия людьми в инвалидных колясках, а электронные системы управления очередью должны дублироваться звуковыми и световыми сигналами.

Современные больничные комплексы требуют внедрения специализированного технологического оборудования для обеспечения доступности медицинских услуг. К такому

оборудованию относятся: регулируемые по высоте смотровые кушетки, специализированные весы для взвешивания людей в инвалидных колясках, мобильное диагностическое оборудование, а также системы экстренного вызова помощи в санитарных узлах и палатах.

Важным элементом технологического обеспечения являются автоматизированные системы управления средой: автоматические двери, системы климат-контроля с возможностью индивидуальной настройки, а также интеллектуальные системы освещения, адаптирующиеся к потребностям пациентов с различными нарушениями зрения [4].

Создание доступной среды в больничных комплексах требует не только архитектурных и технологических решений, но и соответствующего организационного обеспечения. Персонал медицинских учреждений должен проходить специальную подготовку по вопросам взаимодействия с пациентами с ограниченными возможностями здоровья. Необходимо разработать четкие протоколы оказания помощи и сопровождения таких пациентов.

Организационные меры включают создание специализированных служб сопровождения, обеспечение возможности предварительной записи с учетом особых потребностей пациентов, а также организацию специальных маршрутов движения для людей с различными видами нарушений. Важным аспектом является координация работы различных служб больничного комплекса для обеспечения непрерывности и качества медицинского обслуживания.

Заключение

Формирование доступной среды в больничных комплексах представляет собой комплексную задачу, требующую интеграции архитектурно-планировочных, технологических и организационных решений. Успешная реализация принципов универсального дизайна в медицинских учреждениях способствует не только обеспечению равных возможностей для людей с ограниченными возможностями здоровья, но и повышению общего качества медицинского обслуживания. Дальнейшее развитие данного направления требует совершенствования нормативно-правовой базы, разработки специализированных стандартов проектирования и подготовки квалифицированных специалистов в области создания доступной среды в здравоохранении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стори, М. Ф. Универсальный дизайн: жилье для всех возрастов. Архитектурное проектирование доступной среды / М. Ф. Стори, Дж. Л. Мюллер – 2018. – №3. – С. 45-62.
2. Степанов, А. В. Архитектурная среда и люди с ограниченными возможностями. Градостроительство и архитектура / А. В. Степанов, Г.С. Иванова – 2020. – Т. 10, №2. – С. 78-85.
3. Петрова, Н. М. Информационные технологии в создании доступной среды медицинских учреждений. Медицинские технологии и реабилитация / Н. М. Петрова, К. А. Сидоров – 2021. – №4. – С. 112-125.
4. Волков, Д. И. Современные технологические решения для обеспечения доступности больничных комплексов. Здравоохранение и медицинские технологии / Д. И. Волков – 2022. – №1. – С. 33-47.

УДК 349.4:528.4

Чудинова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chudinova Natalia Gennadievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОХРАНА ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ LABOR PROTECTION DURING RECORDS WORK: MODERN APPROACHES AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы охраны труда при выполнении кадастровых работ, которые являются важной составляющей обеспечения безопасности и здоровья работников в данной сфере. Анализируются основные риски, связанные с кадастровыми

ми работами, раскрываются основные аспекты техники безопасности, отмечается важность создания безопасной и комфортной рабочей среды в офисах кадастровых организаций.

Abstract. This article discusses the issues of labor protection during cadastral work, which are an important component of ensuring the safety and health of workers in this area. The main risks associated with cadastral work are analyzed, the main aspects of safety are disclosed, the importance of creating a safe and comfortable working environment in the offices of cadastral organizations is noted.

Ключевые слова: кадастровые работы, кадастровый инженер, охрана труда, риски, оценка рисков.

Key words: cadastral works, cadastral engineer, labor protection, risks, risk assessment.

Введение

Кадастровые работы играют ключевую роль в управлении земельными ресурсами. Включая большой спектр работ и производственных процессов - землеустроительные, топографические и геодезические исследования, - они требуют высокой квалификации и точности. Однако специфика этих работ сопряжена с определенными профессиональными рисками, которые могут не только негативно сказаться на здоровье, но и угрожать безопасности работников.

Необходимо отметить, что кадастровые инженеры работают с различным специальным оборудованием, часто проводят выездные работы, которые связаны с перемещением по различным местностям, включая труднодоступные и опасные участки. Все это требует аккуратности и внимательности, а также серьезной ответственности.

Таким образом, правильная организация рабочего процесса должна способствовать повышению производительности, снижению рисков травматизма и улучшению общего состояния здоровья сотрудников. В связи с этим охрана труда в данной области требует особого внимания и становится важной задачей, требующей комплексного подхода. [1-5]

Основная часть

Кадастровые инженеры являются главными субъектами земельных отношений и играют важную роль в управлении земельными ресурсами. Выполняя огромный спектр работ по ведению кадастра недвижимости, а именно, кадастровые, геодезические работы, работы по землеустройству, включающие в себя различные виды деятельности, такие как полевые измерения, камеральную обработку данных, подготовку отчетной документации, взаимодействие с клиентами, они сталкиваются с рядом рисков, которые могут сказаться на их здоровье.

Специфика работы кадастровых инженеров и проведение кадастровых работ позволяет выделить основные категории рисков, с которыми могут столкнуться работники (рисунок 1).

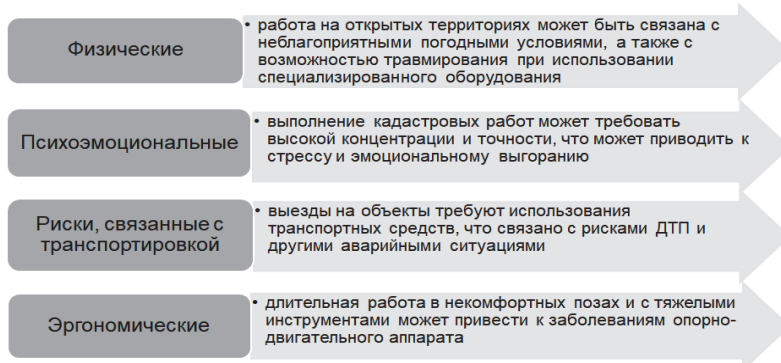


Рисунок 1 – Профессиональные риски при производстве кадастровых работ

Таким образом, необходимость внедрения системы охраны труда и техники безопасности при производстве кадастровых работ, а также в кадастровых и землеустроительных организациях становится очевидной.

Современные подходы к охране труда работников, занимающихся кадастровыми работами, включают следующие аспекты (таблица 1):

Таблица 1 - Основные аспекты техники безопасности

Обучение и повышение квалификации	Использование средств индивидуальной защиты (СИЗ)	Мониторинг условий труда	Организация рабочего процесса	Документация и отчетность	Оценка рисков
Ознакомление сотрудников с правилами техники безопасности и с потенциальными рисками, связанными с их работой. Проведение регулярных тренингов и семинаров для повышения уровня осведомленности и готовности к различным ситуациям	Обеспечение сотрудников, работающих в полевых условиях, средствами индивидуальной защиты. Систематический контроль за состоянием и исправностью СИЗ.	Регулярное проведение оценок условий труда на рабочих местах, включая полевые условия. Внедрение системы контроля за состоянием здоровья работников.	Создание комфортных условий труда как в офисе, так и на выездах. Оптимизация рабочих процессов с учетом эргономических требований.	Ведение строгой отчетности по охране труда. Анализ причин несчастных случаев и разработка мероприятий по их предотвращению	Проведение оценки рисков на всех этапах работы является. Необходимо идентифицировать потенциальные опасности и разработать меры по их минимизации.

Необходимо добавить, что создание безопасной и комфортной рабочей среды в офисах кадастровых организаций также играет важную роль. Эргономика рабочего места, правильная организация пространства и соблюдение санитарных норм способствуют снижению риска возникновения профессиональных заболеваний. Производство камеральных работ требует напряженной зрительной работы, поэтому предъявляются повышенные требования к такому параметру, как освещенность рабочего места (улучшение освещения помещения повышает производительность в среднем на 6%).

Стабильная работа систем отопления и кондиционирования так же является важной составляющей нормальных условий труда.

Раскрывая важность вышеприведенных в таблице аспектов техники безопасности на рабочих местах работников, занимающихся кадастровыми работами, в том числе кадастровых инженеров, можно привести здесь некоторые негативные примеры.

Так, кадастровый инженер получил травму, упав во время работы на земельном участке в яму. Как выяснилось, предварительно не была произведена оценка местности, а кадастровый инженер не использовал защитное снаряжение, не был в защитной каске.

Другим примером может служить случай работы кадастрового инженера с неисправным оборудованием, что привело к серьезным травмам, он получил электрический удар. Этот случай подчеркивает необходимость регулярного технического обслуживания и проверки оборудования и приборов, а также обучения сотрудников безопасному обращению с техническими средствами. Можно привести еще примеры, иллюстрирующие важность процесса охраны труда и соблюдение правил техники безопасности.

Особо хотелось бы акцентировать внимание на важности создания благоприятного психологического климата в коллективе, так как кадастровые работы часто связаны с высоким уровнем стрессовых ситуаций: взаимодействие с заказчиками при заключении договоров, при согласовании границ участков, при разрешении спорных вопросов. Кроме давления со стороны клиентов, нередко кадастровый инженер испытывает давление и со стороны руководства, происходит профессиональное выгорание, которое в конечном итоге приводит к нервному срыву. В этом случае можно рекомендовать предоставление сотруднику возможности для профессиональной поддержки и консультаций, а также организацию тренингов по управлению стрессом

Заключение

Охрана труда при выполнении кадастровых работ является важной задачей, требующей комплексного подхода и системной работы. Внедрение современных методов и практик

позволит минимизировать риски, связанные с профессиональной деятельностью, и обеспечить безопасность работников в данной сфере. Здесь на первый план выходит анализ рабочих процессов, когда изучение каждого этапа работы кадастрового инженера может помочь выявить потенциальные опасности и риски. Эффективная система управления рисками поможет создать безопасные условия для работы кадастровых инженеров и повысить общую эффективность их деятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Жарников, В.Б. О безопасном кадастровом производстве и системных основах его обеспечения / В.Б. Жарников, А.Е. Карташов, А.В. Конева // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-bezopasnom-kadastrovom-proizvodstve-i-sistemnyh-osnovah-ego-obespecheniya> (дата обращения: 18.09.2025).
2. Охрана труда и техника безопасности в кадастровых организациях и учреждениях : статья сайта ТОПоГИС – – URL: <https://geo.god-tigra.ru/okhrana-truda-zemel-nyy-kadastr.php> (дата обращения: 24.09.2025).
3. Об основах охраны труда в Российской Федерации : Федеральный закон от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ (последняя редакция). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант-Плюс». – URL: <https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=53312&dst=100001&demo=2> (дата обращения: 24.09.2025).
4. Трудовой кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 31.07.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 24.09.2025).
5. Охрана труда при выполнении кадастровых работ : СТО 94121715.401-2016 : утв. Решением Президиума Ассоциации «Саморегулируемая организация кадастровых инженеров» Протокол от 14 июня 2016г. №2-А – URL: <https://www.roskadastre.ru/html/standart/5.pdf> (дата обращения: 24.09.2025).

УДК 69.018

Штарк Рената Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Shtark Renata Andreevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

СОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ MODERN EFFECTIVE WATERPROOFING MATERIALS

Аннотация. В данной статье освещаются современные гидроизоляционные материалы, которые используются в строительстве и ремонте объектов. В зависимости от типа конструкций будут рассмотрены их особенности, свойства и преимущества, такие как влагостойкость, долговечность и безопасность для экологии. Особое внимание будет уделено сравнительному анализу эффективности различных материалов и рекомендациям по использованию. Статья направлена для инженеров, специалистов строительной отрасли, а также для людей, которые интересуются современными технологиями гидроизоляции.

Abstract. This article highlights modern waterproofing materials that are used in the construction and repair of facilities. Depending on the type of construction, their features, properties and advantages such as moisture resistance, durability and environmental safety will be considered. Special attention will be paid to a comparative analysis of the effectiveness of various materials and recommendations for use. The article is aimed at engineers, specialists in the construction industry, as well as people who are interested in modern waterproofing technologies.

Ключевые слова: гидроизоляционные материалы, тип конструкций, свойства, преимущества, эффективность.

Keywords: waterproofing materials, type of structures, properties, advantages, efficiency.

Введение

Защита конструкций от влаги и агрессивных факторов – важнейшая задача в современном строительстве, для решения которой применяют гидроизоляцию. В этих условиях требования к гидроизоляционным материалам постоянно растут: они должны иметь высокую эффективность, устойчивость к внешним воздействиям, безопасность для окружающей среды. Это стимулирует разработку инновационных технологий и материалов, способных обеспечить более совершенных и универсальных систем гидроизоляций. [1-3]

Современные материалы отличаются технологическим прогрессом и широким ассортиментом, что позволяет подобрать оптимальные решения для различных условий эксплуатации – от жилых до промышленных зданий. К ним относятся рулонные, обмазочные, проникающие, а также полимерные материалы. Главной целью данной статьи является: обзор современных эффективных гидроизоляционных материалов, изучению их свойств и достоинств.

Основная часть

В наше время гидроизоляционные материалы представляют собой итог многолетних исследований и разработок, которые направлены на создание качественных и долговечных защитных покрытий. Сейчас на рынке представлены разнообразные типы гидроизоляции, которые обладают уникальными свойствами и областью применения. Среди них можно выделить рулонные, обмазочные, проникающие, полимерные.

Эффективность покрытий определяется техническими характеристиками, такими как водонепроницаемость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению, способность переносить колебания температуры и механическим воздействиям без разрушения.

Рассмотрим первую группу гидроизоляционных материалов: рулонный.

В строительной области рулонная гидроизоляция пользуется огромной популярностью и применяется повсеместно, благодаря своей простотой монтажа и высокой эффективностью. Представляют собой плоские листы или рулон, которые обладают водонепроницаемыми свойствами. Так же имеет разнообразные сферы применения, самые популярными из них являются: устройство пола, в том числе под стяжку, защита кровельного сырья, изоляция подвала и цоколя и другие.

Современные изготовители предоставляют большой выбор рулонной гидроизоляции, которые сами же отличаются по материалу и методу монтажа. Выделяют две классификации: по материалу поверхности, в нее входит полимерная мембрана и битумная изоляция. Полимерная мембрана обладает высокой стойкостью к ультрафиолету, механическим повреждениям, так же имеет отличную эластичность и устойчивость к температурным колебаниям. Применяют ее в основном для кровли, так как создает отличную паро- и гидроизоляцию поверхностей.

Битумная изоляция делится на мастичные рулоны, которые в основном применяют так же для кровель, но и фундаментов и подземных конструкций, и на мембраны на основе битума с полимерным наполнением, они же отличаются высокой эластичностью и долговечностью, так же применяется для кровель и фундаментной части.

Вторая классификация по методу укладки: самоклеящаяся, механическая и битумная направляемая рулонная.

Самоклеящийся способ представляет собой рулон с клейкой нижней части, которую перед использованием нужно нагреть и после зафиксировать к нужной поверхности.

Механический способ является самым распространенным и надёжным методом укладки рулонной гидроизоляции. Он предполагает собой закрепление мембраны при помощи крепежных элементов, например, дюбелями, анкерами или специальными зажимами. Такой подход позволяет обеспечить более прочное сцепление материала с основанием, что повышает его устойчивость к механическим воздействиям и внешним факторам.

Следующий тип гидроизоляции: обмазочный.

Обмазочные материалы представляют собой жидкие или пастообразные составы, которые образуют водонепроницаемый слой, нанося слой при помощи кистей, валиков или распылителем. Этот вид распространен при защите фундаментов, кровель, подвалов и террас.

Как и в рулонном, обмазочная изоляция имеет свои виды: битумная, цементная, полимерная и полимерцементная. Пройдемся более подробно по каждой группе.

Битумный материал представляет собой битумные мастики основой которой является вода или органика. Имеет хорошее сцепление с обрабатываемой поверхностью, высокую эластичность и водонепроницаемость. Так же используется в мостовых сооружениях и подземных конструкциях.

В цементной гидроизоляции используют различные добавки, например, полимерные, чтобы повысить прочность и адгезию к бетону. Их применяют в основном для бассейнов, резервуаров, подвалов и фундаментов.

Полимерная: включается в себя акриловые, полиуретановые, эпоксидные и другие подобные составы. Такая изоляция имеет высокую химическую стойкость и долговечность, а также эластичность. Широкое использование получила в гидроизоляции ванных комнат, кровли, балкон и террас, а также в условиях агрессивных или для создания сверх прочных слоев.

Последняя группа полимерцементная – сочетает в себе одновременно свойства полимерных и цементных материалов, что позволяет образовать прочное и в тоже время эластичное покрытие. Такая изоляция устойчива к влаге, перепадам температур и механическим воздействиям. Получили свое использование в гидроизоляции фундаментов, бассейнам и резервуарам.

Как и любые другие виды гидроизоляционных материалов обмазочные имеют свои достоинства и недостатки. Рассмотрим некоторые из них:

Достоинства: простота в нанесении, высокая герметичность после сушки, имеет возможность, наносится на влажные поверхности и экономически эффективна.

Недостатки: для достижения необходимой толщины покрытия нужно аккуратно наносить в несколько слоев, необходимо соблюдение некоторых условий эксплуатации во время сушки, так же может иметь органическую механическую стойкость по сравнению с рулонными материалами.

Рассмотрим проникающие гидроизоляционные материалы.

Проникающая гидроизоляция представляет собой специальные составы, которые предназначены для более глубоких обработок оснований и конструкций для повышения их устойчивости к воздействию вод окружающей среды или технического происхождения, за счет химических реакций внутри пор и капилляров. Такие материалы способны проникать в структуру бетона, кирпича и других оснований, заполняющие микротрещины и поры, образуя внутри них прочные гидрофобные соединения.

Выделяют следующие виды проникающих материалов:

Первый вид – гидрофобизирующие составы на основе силиконовых и силикатных соединений. Они усиливают внутреннюю гидроизоляцию, превращая активные компоненты в стойкие к воде кристаллы. Так же усиливают сопротивление оснований к проникновению влаги. Широкое использование получило в обработки фундаментов, подвалов, тоннелей и других конструкций.

Вторым видом является цементные пропитки с добавками, которые при взаимодействии с цементом образуют гидрофобные кристаллы внутри пор. Они способны обеспечивать долговременную защиту от взаимодействия влаги без изменения внешнего вида поверхности.

Достоинства проникающих материалов: способны глубоко проникать до нескольких сантиметров вовнутрь основания, имеют высокую эффективность в обработке трещин и пористых структур, обладает увеличенной долговечностью, и так же прост в нанесении.

Недостатки: перед нанесением обязательно нужно хорошо очистить и высушить поверхность, не подходит для гладких контракций без какой-либо предварительной обработки.

Последний вид гидроизоляционных материалов – полимерный.

Полимерные гидроизоляционные материалы состоят из современных составов, в которых за основу взяты полимеры, которые имеют высокую эластичность, прочность и долговечность. Широкое применение получили в строительстве для защиты конструкций от воздействия влаги, так же для создания герметичных покрытий на кровлях, фундаментах, резервуарах и других.

Популярные группы полимерных материалов:

Мембраны – встречаются в виде рулонных материалов, такие как ПВХ, ТПО, EPDM, обладающие высокой эластичностью и хорошей сцеплением с укрываемой поверхностью. Они используются в основном для гидроизоляции фундаментов, кровель, террас и других конструкций.

Эпоксидные составы – основой является эпоксидные смолы, в зависимости от марки могут быть от прозрачности до темно-красного цвета. благодаря своим свойствам материал обеспечивает очень прочное и химическое стойкое покрытие. Свое использование получили в изоляции резервуаров, канализационных систем и промышленных объектов.

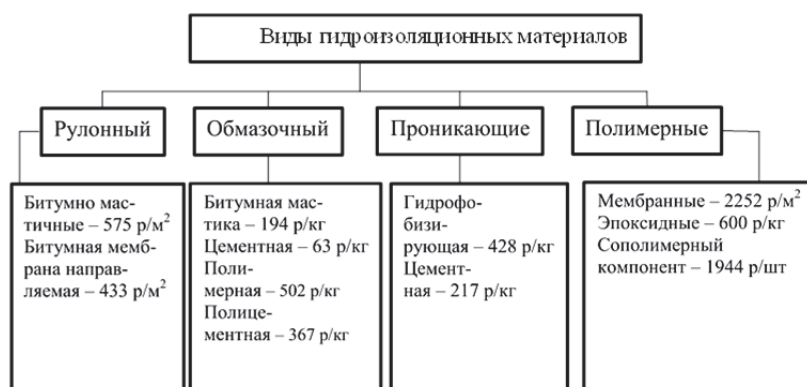


Рисунок 1 – Блок-схема гидроизоляционных материалов

Сополимеры – благодаря своим свойствам, сами являются компонентами других гидроизоляционных материалов, на пример: в мастиках, обмазочных покрытий и могут быть добавками в цементные растворы. Обладают отличной эластичностью и устойчивостью к ультрафиолетовому свету.

Достоинства: отличная адгезия, долговечность, быстрый монтаж и время сушки, дает возможность наносить материал в один слой.

Недостатки: дороговизна, требует более тщательного соблюдения технологии нанесения, очень чувствительны к условиям эксплуатации во время сушки.

Ниже представлена ценовая блок-схема гидроизоляционных материалов (рисунок 1).

Заключение

Современные гидроизоляционные материалы дали возможность сделать значительный прорыв в строительстве, которые смогли обеспечить надежную защиту зданий и сооружений от воды и агрессивных веществ на долгие годы. Постоянное совершенствование технологий и появлений новых составов, включая полимерные материалы, проникающие составы, битумные мастики, а также комплексные решения, благодаря которым могут позволить создать покрытия с высокой гибкостью, устойчивости к ультрафиолету, механических и химическим реагентам. Такие решения значительно расширили границы проектирования и использования зданий в различных климатических условиях.

Современные системы гарантируют герметичность кровли и фундаментов, что при этом толщина покрытий минимальна, а проникающие составы способны формировать внутри пористых оснований прочные водоотталкивающие кристаллы, существенно повышая их гидроизоляцию без изменения внешнего вида. Так же применение новых изоляционных материалов ведет к сокращению расходов на ремонт и техническое обслуживание зданий, что повышает их безопасность и срок службы.

Внедрение передовых гидроизоляционных технологий – ключевой фактор для строительства долговечных, энергосберегающих и экологически чистых зданий. Их использование

дает гарантию защиту конструкций от какой-либо влаги, но при этом создает комфортную среду обитания и качество жизни.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кривошапко, С. Н. Конструкции зданий и сооружений : учебник для среднего профессионального образования / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишникова // – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 558 с.
2. Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение : учебник для вузов / И. А. Рыбьев // – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 724 с.
3. Юдина, А. Ф. Строительные конструкции. Монтаж : учебник для среднего профессионального образования / А. Ф. Юдина // – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 302 с.

УДК 693.554.1

Шумкина Полина Максимовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Shumkina Polina Maksimovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Oleg Evgenyevich, Doctor of Technical Sciences, Komsomolsk-na-Amure State University

СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ METHODS OF CONNECTING REINFORCEMENT

Аннотация. Данная статья описывает методы соединения арматуры их области применения, основные достоинства и недостатки. Основной задачей было исследование различных методов соединения, их особенности, компоненты и области применения в определенной области строительства, для которой они лучше всего подходят. Для достижения этой цели были изучены особенности методов соединения арматуры.

Abstract. This article describes rebar connection methods, their applications, and their main advantages and disadvantages. The primary objective was to explore various connection methods, their features, components, and applications within the specific construction area for which they are best suited. To achieve this goal, the specific features of rebar connection methods were examined.

Ключевые слова: арматура, сварка, соединение, методы, закладные детали.

Keywords: reinforcement, welding, connection, methods, embedded parts.

Введение

Соединение арматуры является важнейшим этапом в процессе изготовления и монтажа железобетонных конструкций, так как от качества и надежности соединений зависит общая прочность, устойчивость и долговечность сооружения [1,4]. В современном строительстве различают множество методов соединения арматуры, каждый из которых предназначен для определенных условий [3] эксплуатации, типа конструкции и требований к прочности.

В зависимости от условий монтажа, типа конструкции и технических требований применяются различные виды соединений [2]. Каждый из этих методов обладает своими преимуществами и недостатками, что требует тщательного анализа при проектировании и выполнении работ.

В данной статье подробно рассматриваются основные виды соединения арматуры: сварные соединения (дуговая и электросварка) и механические соединения (зажимы, муфты).

Основная часть

Соединение арматуры - это процесс или способ соединения двух или более арматурных стержней или элементов для формирования единой прочной конструкции, которая будет участвовать в армировании железобетонных изделий. Целью соединения является обеспечение надежного сцепления между элементами арматурного каркаса, передачу нагрузок и сохранение целостности конструкции при эксплуатации. Ниже рассмотрим основные виды арматурных соединений.

1. Обжимные, или зажимные соединения.

Вид механического соединения, при котором два или более арматурных стержня соединяются с помощью специальных зажимных элементов или муфт, обеспечивающих надежное сцепление без использования сварки.

Принцип действия обжимных соединений основан на механическом зажиме арматурных стержней с помощью специальных зажимных элементов, таких как муфты, зажимы или хомуты. После правильного позиционирования элементов их поверхность или специальные вставки зажимаются с помощью механического воздействия, то есть обжима, что обеспечивает надежное сцепление.

Конструкция и виды обжимных соединений:

Муфты: металлические или пластиковые трубчатые элементы, которые надеваются на концы арматурных стержней и фиксируются с помощью механического зажима или резьбовых соединений.

Зажимы и хомуты: специальные металлические зажимы, которые охватывают арматуру и фиксируют ее в нужном положении.

Обжимные втулки: металлические или пластиковые втулки, которые надеваются на стержни и фиксируются с помощью механического воздействия. Рассмотрим ниже достоинства и недостатки данного вида соединения (таблица 1).

Таблица 1 – Основные пункты достоинств и недостатков обжимных соединений арматуры

Достоинства	Недостатки и ограничения
Быстрота и надежность монтажа, возможность выполнения прямо на строительной площадке	Требуется точное выполнение технологии для обеспечения прочности соединения
Не требуется специального оборудования для сварки	Не все виды арматуры подходят для обжима
Возможность разборного соединения для последующего демонтажа или корректировки	В некоторых случаях необходимо использовать сертифицированные материалы и инструменты для обеспечения соответствия нормативам

Область применения обжимных соединений включает в себя строительство жилых зданий, мостов, тоннелей, а также при ремонте и реконструкцию сооружений, где важно быстрое выполнение работ без использования сварочного оборудования.

2. Сварочные соединения арматуры, или сварка.

Способ соединения двух или более арматурных стержней с помощью сварки, при которой происходит расплавление и последующее затвердевание металлических участков для формирования прочного и монолитного соединения. Этот метод широко применяется в строительстве, особенно при возведении железобетонных конструкций, где требуется обеспечить максимально надежное сцепление элементов армирования.

Принцип действия сварочного соединения основан на использовании сварочного процесса - дуговой, электросварки или других методов, позволяющих расплавить контактирующие поверхности арматурных стержней и соединить их в единое целое. В результате образуется сварной шов, обладающий высокой прочностью и способный передавать нагрузки так же эффективно, как и сам стержень.

Виды сварных соединений:

Дуговая сварка: наиболее распространенный метод, при котором используется электрическая дуга для расплавления металла.

Электросварка в среде инертных газов: применяется для более точных и качественных соединений.

Контактная сварка: используется для коротких соединений или при необходимости быстрого выполнения работ.

Технология выполнения сварочного соединения проходит следующим образом (рисунок 1):



Рисунок 1 – Схема выполнения работ

При выполнении сварочных соединений важно учитывать диаметр арматурных стержней - для больших диаметров применяются более мощные режимы сварки; также необходимо соблюдать технологические рекомендации по расположению стержней для предотвращения появления внутренних напряжений. Рассмотрим ниже достоинства и недостатки данного вида соединения (таблица 2).

Таблица 2 - Основные пункты достоинств и недостатков соединений арматуры с помощью сварки

Достоинства	Недостатки и ограничения
Высокая прочность и надежность: сварные швы по своим характеристикам приближаются к свойствам основного металла	Требуется специальное оборудование и квалифицированный персонал для выполнения сварочных работ
Возможность получения монолитной конструкции без дополнительных элементов	Не все типы арматуры допускают сварку
Обеспечение равномерного распределения нагрузок по всему армированию	В процессе охлаждения возможны внутренние напряжения или деформации, что требует соблюдения технологических режимов
Возможность выполнения в условиях ограниченного пространства или сложных конструктивных решений	Необходимость проведения контроля качества сварных швов

Область применения сварочных соединений включает в себя использование сварки при изготовлении каркасов зданий, мостов, тоннелей, а также при ремонте существующих конструкций. Особенно актуальны они в случаях необходимости обеспечить высокую прочность соединений в условиях повышенных нагрузок или агрессивной среды.

3. Прутковые соединения с помощью муфт

Способ соединения двух или более арматурных стержней, или прутков, с использованием специальных металлических или пластиковых муфт, которые обеспечивают надежное сцепление элементов без сварки. Такой метод широко применяется в строительстве железобетонных конструкций (плиты, колонны, балки), ремонтные работы или добавлении армирования, производство сборных.

Основные виды муфт для соединения прутков:

Резьбовые муфты: На концах арматурных стержней нарезаются резьбы, по стандартам ГОСТ или другим нормативам. В резьбовые участки вкручиваются соответствующие муфты с внутренней резьбой. Обеспечивают очень надежное соединение при правильной затяжке.

Муфты без резьбы с зажимным механизмом: Представляют собой зажимные элементы, которые охватывают концы арматуры и фиксируют их за счет механического зажима или обжима. Могут иметь внутренние зажимные поверхности или специальные вставки для повышения сцепления.

Муфты с внутренним зажимом, или хомуты: Используются для быстрого соединения без предварительной обработки концов арматуры. Надеваются на концы и фиксируются с помощью болтов, винтов или зажимных элементов.

Пломбируемые муфты: Обеспечивают не только механическую фиксацию, но и контроль целостности.

Технология выполнения соединений с помощью муфт происходит следующим образом (рисунок 2):



Рисунок 2 – Схема выполнения соединения муфт

Иногда используют дополнительные меры: герметики или антикоррозийные покрытия для защиты соединений от коррозии. Рассмотрим ниже достоинства и недостатки данного вида соединения (таблица 3).

Таблица 3 - Основные пункты достоинств и недостатков прутковых соединений арматуры

Достоинства	Недостатки и ограничения
Быстрота монтажа: не требуется сварочное оборудование, что ускоряет работы на площадке	Требуется точная подготовка концов арматуры и соблюдение технологических требований
Разборность: соединения можно разбирать и повторно использовать при необходимости ремонта или перенастройки конструкции	Не все типы муфт подходят для всех марок арматуры; необходимо выбирать совместимые модели по диаметру и характеристикам материала
Высокая надежность: при правильном выполнении обеспечивают прочность, сравнимую с сварными соединениями - особенно в резьбовых вариантах	В некоторых случаях возможна коррозия внутри соединения, если не применяются защитные меры

Заключение

Правильный выбор арматурных соединений играет ключевую роль в обеспечении прочности, надежности и долговечности железобетонных конструкций. Каждый метод обладает своими достоинствами и особенностями, которые необходимо учитывать в зависимости от условий эксплуатации, типа конструкции и требований проекта. Использование наиболее подходящего способа соединения для определенных типов сооружений позволяет равномерно распределить нагрузки, повысить устойчивость конструкции к внешним воздействиям и снизить риск возникновения дефектов в процессе эксплуатации. Кроме того, правильное выполнение технологических процессов способствует сокращению сроков строительства, снижению затрат, обеспечивают безопасность и долговечность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Малов, М.Н. АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДОВ НА ВОДЕ / М.Н. Малов, Е.О. Сысоев // В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2024. С. 104-106.
2. Юдина, А.Ф. Металлические и железобетонные конструкции. Монтаж: учебник для вузов / А.Ф. Юдина. - 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 302 с.
3. Гулиев, И.Н. ПРОБЛЕМА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ НА «ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ГЕКТАРЕ» / И.Н. Гулиев, Е.О. Сысоев // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре, 2023. С. 165-168.
4. Юдина, А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж: учебник для среднего профессионального образования / А.Ф. Юдина. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва. Издательство Юрайт, 2025. - 302 с.

Семакина Анна Дмитриевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Semakina Anna Dmitrievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сохацкая Дарья Геннадьевна, доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sokhatskaya Daria Gennadiyevna, Associate Professor of the Department of Architectural Environment Design, Komsomolsk-na-Amure State University

СТРАТЕГИИ ИНТЕГРАЦИИ КУЛЬТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫЕ ГОРОДСКИЕ УСЛОВИЯ КОМСОМОЛЬСКА-НА-АМУРЕ **STRATEGIES FOR INTEGRATING CULTURAL SITES INTO THE MODERN URBAN ENVIRONMENT OF KOMSOMOLSK-ON-AMUR**

Аннотация. Данная статья направлена на разработку эффективных стратегий, способствующих интеграции культурных объектов в городскую среду Комсомольска-на-Амуре. В условиях социальной инфраструктуры, включающей дворцы культуры и учебные заведения, необходимо выявить и решить проблемы нехватки специалистов, транспортной изоляции и других вызовов, стоящих перед жителями. Статья также предполагает анализ существующих стратегий социально-экономического развития города и создание новых подходов, способствующих повышению качества жизни граждан и конкуренции культурных объектов.

Abstract. This article aims to develop effective strategies for integrating cultural facilities into the urban environment of Komsomolsk-on-Amur. In the context of a social infrastructure that includes cultural palaces and educational institutions, it is necessary to identify and address the challenges of a shortage of specialists, transportation isolation, and other issues faced by residents. The article also involves analyzing existing strategies for the city's socio-economic development and creating new approaches to improve the quality of life for citizens and enhance the competitiveness of cultural facilities.

Ключевые слова: стратегии интеграции, культурные объекты, современные городские условия, Комсомольск-на-Амуре

Key words: integration strategies, cultural sites, modern urban conditions, Komsomolsk-on-Amur

Введение

Современные города, включая Комсомольск-на-Амуре, сталкиваются с множеством вызовов, связанных с интеграцией культурных объектов в городскую среду. Культурные объекты, такие как театры, музеи, выставочные залы и дворцы культуры, играют важную роль в формировании общественного сознания, развитии местной идентичности и повышении качества жизни граждан. Однако, несмотря на наличие таких объектов, многие жители города испытывают трудности с доступом к культурным услугам, что связано с рядом факторов, включая нехватку специалистов в области здравоохранения и образования, транспортную изоляцию и недостаточную инфраструктуру.

В условиях динамичного социально-экономического развития Комсомольска-на-Амуре возникает острая необходимость в адаптации культурной сферы к современным требованиям. Данное исследование направлено на решение этой задачи путем разработки стратегий интеграции культурных объектов в городскую среду. Это позволит не только сохранить культурное наследие, но и сделать его более доступным и востребованным, повышая качество жизни горожан. Работа включает в себя анализ текущего состояния культурной инфраструктуры, выявление потребностей населения и оценку экономической целесообразности предлагаемых решений. Особое внимание уделяется роли транспортной инфраструктуры в обеспечении доступа к культурным услугам. Результатом исследования станут рекомендации по внедрению стратегий интеграции, разработанные с учетом мнения всех заинтересованных сторон, что позволит создать благоприятную культурную среду и привлечь инвестиции в эту сферу.

Основная часть

Культурная сфера Комсомольска-на-Амуре, представленная театрами, музеями, галереями, библиотеками и досуговыми центрами, играет важную роль в жизни горожан, предоставляя им доступ к образованию и искусству. Однако, состояние этих учреждений оставляет желать лучшего. Многие из них обветшали, испытывают финансовые трудности, нуждаются в современном оборудовании и квалифицированных кадрах.

Содержание и формат предлагаемых культурных программ часто не соответствуют запросам населения. Театры не всегда привлекают молодежь, а библиотеки располагают устаревшими фондами. Это снижает интерес к этим учреждениям и уменьшает количество посетителей. Разнообразие культурных событий ограничено, и многие жители просто не знают о существующих возможностях.

Проблемы с доступностью также негативно влияют на ситуацию. Расположение многих учреждений в центре города затрудняет посещение, особенно для семей с детьми и людей с ограниченными возможностями. Это создает дополнительные препятствия и ограничивает возможности для культурного развития.

Устаревшая инфраструктура не позволяет предлагать современные услуги, такие как цифровые ресурсы и интерактивные выставки, которые пользуются спросом. Недостаточный маркетинг и слабая работа с общественностью приводят к тому, что многие жители не получают информацию о проводимых мероприятиях.

Сотрудничество между культурными учреждениями и местным сообществом недостаточно развито. Местные организации редко вовлекаются в городские фестивали и мероприятия, что снижает культурный обмен и препятствует формированию единой культурной стратегии.

В целом, существующие культурные объекты не в полной мере выполняют свою задачу. Они недостаточно интегрированы в городскую инфраструктуру, а потребности жителей остаются неудовлетворенными. Для улучшения культурной жизни города необходим комплексный подход, включающий модернизацию учреждений, активизацию сотрудничества и внедрение новых форматов культурных мероприятий. Это позволит создать более динамичную и гармоничную культурную среду, что является важным шагом к долгосрочному благополучию Комсомольска-на-Амуре и его жителей (рисунок 1).

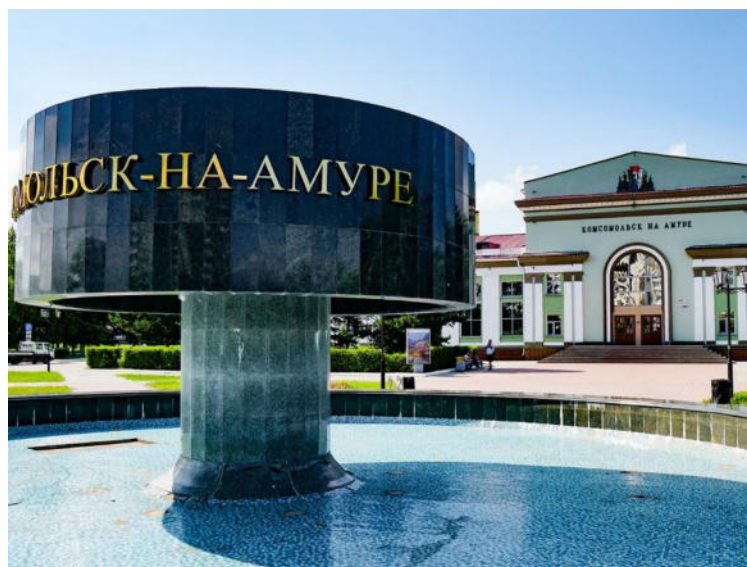


Рисунок 1 – Культурный объект, города Комсомольск-на-Амуре.

В современных условиях Комсомольска-на-Амуре интеграция культурных объектов требует инновационных подходов, которые повысят их привлекательность и доступность для горожан. Открытые пространства, культурные площадки и творческие кластеры могут стать важными центрами притяжения, способствуя развитию город-

ской среды. Концепция "умного города", включающая цифровые технологии, обеспечит актуальность и доступность информации о культурных мероприятиях, повышая вовлеченность жителей.

Междисциплинарные инициативы, объединяющие общественные организации, бизнес и культурные учреждения, позволят создать эффективную систему кросс-промоции, увеличивая аудиторию и стимулируя взаимодействие между различными социальными группами. Фестиваль уличного искусства, организованный местными художниками, превратит городские пространства в уникальные культурные объекты, обогащая восприятие городской среды.

Доступность информации о культурных мероприятиях и их программах является ключевым фактором интеграции. Мобильные приложения и дополненная реальность сделают культурные события более интерактивными и привлекательными для пользователей. Общественный транспорт, связанный с культурными объектами, оптимизирует маршруты и повысит доступность культурных мероприятий, предлагая специальные предложения для пассажиров.

Вовлечение молодежи через создание молодежных советов станет важным шагом в формировании культурной политики города, прививая молодым людям чувство ответственности и желание участвовать в культурной жизни. Комплексная программа, включающая аудит существующих объектов, обучение персонала и развитие партнерских связей, обеспечит успешную реализацию предложенных стратегий.

Создание единой базы данных о культурных мероприятиях города позволит общественности и инвесторам лучше ориентироваться в возможностях и потребностях. Эти подходы не только обогатят культурную жизнь Комсомольска-на-Амуре, но и обеспечат экономическую оценку их эффективности.

Транспортная система Комсомольска-на-Амуре имеет уникальные особенности, отражающие исторические и географические факторы региона. Основные транспортные артерии связывают город с соседними населенными пунктами и экономическими центрами, а внутригородской транспорт обеспечивает доступность культурных объектов. Однако существует ряд проблем, таких как недостаток регулярных сообщений между удаленными районами и культурными центрами, что затрудняет посещение мероприятий. Состояние дорожной инфраструктуры также требует улучшения: нехватка современных остановок, недостаточное освещение и пробки снижают качество обслуживания.

Анализ текущей ситуации выявляет положительные аспекты, такие как новые маршруты и сотрудничество между перевозчиками. Для решения проблем необходимо создать единую транспортную схему, улучшить качество остановок и парковок, а также внедрить программы льготного проезда в дни мероприятий. Интегрированные культурные маршруты, включающие транспорт и варианты досуга, сделают культуру более доступной. Комплексный подход к улучшению транспортной инфраструктуры и интеграции различных видов транспорта позволит сделать культурную жизнь города более насыщенной и интересной.

Для успешной интеграции культурных объектов в городскую среду необходимо сотрудничество жителей, властей и специалистов. Важно организовать открытые обсуждения и создать рабочую группу из экспертов в различных областях. На первом этапе нужно провести общественные собрания для обмена идеями и выявления мнений всех слоев населения. Для разработки проектов следует привлекать финансирование через гранты и поощрять частные инвестиции. Изучение успешных практик других городов поможет избежать ошибок и адаптировать решения под местные условия. Контроль за реализацией стратегий должен быть прозрачным через регулярные отчеты. Для доступности объектов необходимо создать транспортные маршруты и навигационные указатели. Заключительным этапом станет система обратной связи для учета мнений жителей. Эти шаги создадут активную культурную среду, укрепят доверие и привлекут новых участников в культурные акции.

Создание интегрированной культурной экосистемы в Комсомольске-на-Амуре предполагает новую парадигму взаимодействия культурных объектов, пространств и жителей. Основа экосистемы — устойчивые связи между музеями, театрами, образовательными учреждениями и общественными организациями, обеспечивающие обмен опытом и ресурсами (рисунок 2).



Рисунок 2 – Драматический театр, город Комсомольск-на-Амуре.

Идеал — многофункциональное пространство для создания и потребления культурных продуктов, с программами для разных возрастных категорий и интересов, стимулирующими совместное творчество. Современные технологии, включая цифровые платформы и приложения, улучшат доступ к культурным событиям и знаниям.

Важно учитывать потребности различных сообществ, таких как молодежь, пожилые люди и этнические меньшинства, для инклюзивности и устойчивости экосистемы. Обратная связь от жителей поможет адаптировать программы.

Сотрудничество между государственными, коммерческими и некоммерческими учреждениями, включая частный сектор, укрепит социальные связи и создаст привлекательный имидж города. Ожидаемые результаты включают повышение уровня жизнедеятельности, активизацию культурной активности и улучшение социального климата, что станет основой для дальнейшего развития культурной инфраструктуры.

Заключение

В заключение можно отметить, что культурные объекты Комсомольска-на-Амуре играют важную роль в формировании городской среды, но сталкиваются с проблемами, такими как необходимость модернизации, транспортная изоляция и недостаточная информированность горожан. Для улучшения интеграции этих объектов необходимо учитывать потребности различных групп населения, развивать инфраструктуру и создавать комфортные условия. Экономическая эффективность предложенных решений позволит привлечь дополнительные инвестиции, что улучшит качество жизни и создаст более привлекательную городскую среду. Комплексный подход к развитию культурных и социальных объектов способствует гармоничному взаимодействию между различными сферами жизни города и развитию культурной идентичности региона.

Таким образом, реализация предложенных стратегий интеграции культурных объектов в городскую среду Комсомольска-на-Амуре может стать важным шагом к созданию более динамичного и культурно насыщенного города, где каждый житель сможет найти место для самовыражения и участия в культурной жизни. Важно продолжать исследовать и адап-

тировать стратегии в соответствии с изменяющимися потребностями общества, что позволит обеспечить устойчивое развитие культурной сферы в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Захарова, Е.Е. Культурная среда города как часть общественного пространства / Е.Е.Захарова // Человек и культура. - 2020. -№ 1. DOI: 10.25136/2409-8744.2020.1.32171 – URL: https://nbpublish.com/Hbrary_read_article.ptpid=32171(дата обращения: 20.06.2025)
2. Порозов, Р. Ю. Культурно-образовательное пространство города / Р. Ю. Порозов ; Урал. гос. пед. ун-т. –Екатеринбург, 2016. – 174 с.
3. Интеграция объектов культуры в городскую среду. – URL: <https://www.openrepository.ru/articleid=691815> (дата обращения: 20.06.2025)
4. Князева, И.В. Формирование комплексного подхода к организации многофункциональных культурных центров в малых городах / И.В. Князева, А.Н. Сапрыкина // Креативная экономика, 3(10), 1291-1308. doi: 10.18334.9.10.2063
5. Лебедев И.С. Культурный ландшафт Комсомольска-на-Амуре: возможности и вызовы/ И.С. Лебедев // Наука и культура. – 2023. – № 1. – С. 50–59.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК, МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	3
Альхименко И. Н., Григорьев Я. Ю. АНСАМБЛЕВЫЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	4
Андросов А. С. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ В ДАННЫХ.....	7
Бобоев Ш. Г., Котляров В. П. ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА.....	11
Болотский А. С., Гулина Н. А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ZABVIX И PROMETHEUS.....	14
Демидов Э. Д., Котляров В. П. ПЛАТФОРМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТАМИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	18
Дудин А. Н. СТОХАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ С ДВУХСЛОЙНЫМИ ПОЛЫМИ МИКРОЧАСТИЦАМИ SiO ₂ /ZnO И ZnO/SiO ₂	21
Евстигнеев А. И., Колошенко Ю. Б., Потянихин Д. А. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛИТЕЙНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВНУТРИФОРМЕННОГО ГАЗОВОГО ДАВЛЕНИЯ.....	24
Еремин Д. С., Тимофеев Г. А. СРАВНЕНИЕ ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	27
Еремин Д. С., Тимофеев Г. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНЫХ ТИПОВ ЛИЧНЫХ КАБИНЕТОВ WEB-САЙТОВ.....	30
Зубров И. Е. О ВЛИЯНИИ КОЭФФИЦИЕНТА SORE В ГАЗОВОМ СЛОЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ.....	33
Калинина В. В., Обласов А. А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	37
Калинина В. В., Фролов Д. О., Петрова А. Н. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ В МНОГОЗАДАЧНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	40
Канашин И. В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАКЛЁПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ.....	44
Кармазин М. С., Цзин Ю. С., Обласов А. А. АКТУАЛЬНЫЕ КИБЕРУГРОЗЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ.....	48
Кармазин М. С., Цзин Ю. С., Петрова А. Н., Фролов Д. О. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	51

Квашнин А. Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СОВМЕЩЕННОМ ПРОЦЕССЕ ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ В ЛИТЕЙНО-КОВОЧНОМ МОДУЛЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА.....	56
Кириллова А. А., Манджиев Б. А., Петрачков М. И., Постный Е. В. АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	60
Кириллова А. А., Коршунова И. С. СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ И СЕЙСМОКОЛЕБАНИЯ.....	63
Косицын В. Д., Обласов А. А. БУДУЩЕЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: КАК НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕНЯЮТ ЗАЩИТУ ДАННЫХ.....	68
Косицын В. Д., Фролов Д. О. МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.....	71
Краснова Ю. В., Щелкунова М. Е. ЧАТ-БОТ ДЛЯ МЕССЕНДЖЕРОВ НА ЯЗЫКЕ PYTHON И ПЛАТФОРМЕ NODE.JS: ГЕНЕРАЦИЯ КОДА И АНАЛИЗ СООБЩЕНИЙ.....	74
Кузнецова С. К., Магола Д. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО И ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ АНОМАЛЬНЫХ АКТИВНОСТЕЙ СЕТЕВОГО ТРАФИКА....	78
Кузнецова С. К., Магола Д. С. ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОСНОВЕ АППАРАТОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ.....	81
Ларченко Ю. Г. ИНДЕКС РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРАН МИРА ПО ДАННЫМ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ЭЛЕКТРОСВЯЗИ.....	85
Ларченко Ю. Г., Лончаков А. Г., Косицын В. Д. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА В СРЕДЕ MATHCAD.....	90
Лемешев И. Е., Катунцева Н. Л. СИНТЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИВЫХ СИСТЕМ.....	93
Лончаков А. Г., Фролов Д. О., Петрова А. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ.....	97
Лончаков А. Г., Обласов А. А. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ДЛЯ УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	101
Лосев А. С. ДОМИНАНТНЫЕ СВЯЗИ В ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ СВЯЗНОСТИ ДВУХПОЛЮСНИКОВ.....	104
Малаховец А. И., Баранов Я. С., Трещев И. А. О ПОДХОДЕ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРИМЕТРА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ.....	107
Малаховец А. И., Трещев И. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВЕРА БЕЗОПАСНОСТИ SECRET NET STUDIO ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	110
Малаховец А. И., Трещев И. А. ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SURICATA И EVEBOX.....	113

Малаховец А. И., Трещев И. А. ПРИМЕНЕНИЕ HONEYROT COWRIE ДЛЯ ПРОТОКОЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ.....	116
Малаховец А. И., Трещев И. А. ПРИМЕНЕНИЕ SURICATA ДЛЯ АНАЛИЗА ТРАФИКА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ.....	119
Мерцалов В. А., Щелкунова М. Е. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УЧЁТА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	121
Михайлова У. С., Обласов А. А. ОСОБЕННОСТИ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ.....	125
Можаровский А. А., Обласов А. А. БЛОКЧЕЙН WAVES: МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ.....	128
Мубинова С. В., Зимин С. А., Константинова З. В. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ.....	131
Мусейцов М. В., Катунцева Н. Л. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПРЕДИКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	134
Мынов Н. И., Катунцева Н. Л. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВО РОССИИ.....	137
Набиев Р. Н., Манджиев Б. А., Петрачков М. И. СРАВНЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СБОРУ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ...	140
Осипов А. В., Обласов А. А. ВНЕДРЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (3D-ПЕЧАТИ) В ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТА.....	145
Осипов А. В., Тимофеев Г. А. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ ANPR ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	148
Падерин А. Е., Поляков В. А., Обласов А. А. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ МАРКЕТПЛЕЙСОВ.....	151
Падерин А. Е., Поляков В. А., Фролов Д. О., Петрова А. Н. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	155
Пастухов Г. Д., Четвериков А. Е., Щелкунова М. Е. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ: КАК SOLANA РЕШАЕТ ГЛАВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЛОКЧЕЙНА.....	158
Пехтелева В. В., Обласов А. А. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ МАГМА.....	161
Поляков В. А., Цзин Ю. С., Обласов А. А. КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ.....	164
Поляков В. А., Цзин Ю. С., Обласов А. А. НЕЙРОМОРФНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ.....	168
Поляков В. А., Цзин Ю. С., Обласов А. А. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ 6G.....	171
Поляков В. А., Цзин Ю. С., Обласов А. А. ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ SD-WAN.....	174
Собакинская К. Е., Щелкунова М. Е. ПРИНЦИПЫ ЮЗАБИЛИТИ В ДИЗАЙНЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ: АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ПОПУЛЯРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ.....	177

Собакинская К. Е., Щелкунова М. Е. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ХРАНИЛИЩА ДОКУМЕНТОВ VIVALDI.....	180
Тихонов А. А., Обласов А. А. УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ.....	184
Тихонов А. А., Фролов Д. О. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	187
Франтов И. Р., Щелкунова М. Е. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДЛЯ АВТОСЕРВИСА.....	190
Фролов Д. О., Петрова А. Н. СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ ОБЗОРНЫХ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ.....	195
Цзин Ю. С., Поляков В. А., Обласов А. А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ДАННЫМИ.....	200
Цзин Ю. С., Поляков В. А., Обласов А. А. РАЗВИТИЕ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	204
Цзин Ю. С., Поляков В. А., Обласов А. А. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АКАДЕМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	207
Чуяков А. А., Тимофеев Г. А. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИБЛИОТЕК МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПОДСЧЕТА БИГ-БЭГОВ С ТОРФОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ.....	210
Шолохов М. К., Обласов А. А. ФОРМИРОВАНИЕ ДОВЕРИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕПУТАЦИЕЙ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ.....	213
Мыльников В. В. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ СПЛАВОВ.....	217
СЕКЦИЯ. ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, АВИАЦИОННАЯ И МОРСКАЯ ТЕХНИКА.....	221
Баранов Е. В. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ	222
Барашнин А. М., Баранов Е. В. СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ И КОЖУХОТРУБНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ПРОФИЛИРОВАННЫМИ ТРУБАМИ	225
Боровской С. А., Лозовский И. В. ПЕРСПЕКТИВЫ И АКТУАЛЬНОСТЬ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ КОНВЕРТИРУЕМОЙ СХЕМЫ	228
Гунькова О. В., Семенова В. А. НОВЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ РОССИИ	232
Евтеев Н. С., Мирошниченко Е. Е. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНО- ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	235

Журбина И. Н., Ло Чэнчжао, Морозова О. А. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ МОРСКОГО СУДНА.....	238
Колошенко Ю. Б., Чудинов Ю. Н. КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЕ МЕТОДЫ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	240
Кравченко А. К., Марьин С. Б. АНАЛИЗ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОГАЗОВЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МЕТОДАМИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ	243
Кривенко М. Ю. ВОЗМУЩАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РОТОРНЫХ УСТРОЙСТВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ	247
Куриный В.В. ЛАБОРАТОРИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОМСОМОЛЬСКОГО-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА	250
Левченко В. С., Бормотин К. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ОБТЯЖКОЙ НА ПРЕССЕ Т-600	254
Лю Вэньмин, Лаврентьева А. А., Каменских И. В. АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОФРИРОВАННОЙ ПЕРЕБОРКИ ТАНКЕРА	258
Ольховатов Д. В., Шевкунова А. В. МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫПРЯМИТЕЛЬНО-ИНВЕРТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОВОЗА	262
Ольховатов Д. В., Шевкунова А. В., Четверик М. М. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОХЛАЖДЕНИЕМ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.....	267
Попов А. Ю. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГТД АЛ-31СТЭ	272
Свиридов А. В., Росугбу А. Д. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	274
Сейн Мо, Бормотин К. С. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СБОРКИ СВАРКОЙ, СНИЖАЮЩЕЙ ОСТАТОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ	276
Смирнов А. В., Дущенко С. В. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК СО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПАРА.....	280
Хвостиков А. С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИНАРНОГО ЦИКЛА ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ	283
Чепурнова Е. К. ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТОЛСТОСТЕННОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАВНОМЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ.....	287
Чепурнова Е. К. Лин Тхет ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ АВТОФРЕТИРОВАНИЕ ТОЛСТОСТЕННЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК.....	289
СЕКЦИЯ. ГОРОДСКИЕ ИННОВАЦИИ, ИДЕИ И РЕШЕНИЯ	293
Аникин М. А., Чудинова Н. Г. РЕАЛИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ.....	294

Аникин М. А., Чудинова Н. Г. ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО СТАТУСА МЕЖСЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ КОМСОМОЛЬСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....	297
Балашова В. В., Галкина Е. Г. ПРИНЦИПЫ ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДОМА МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОХРАНЯЕМОЙ ЗОНОЙ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....	301
Беспалов А. А., Галкина Е. Г. ИСТОРИОГРАФИЯ РЕЧНОГО ВОКЗАЛА В ГОРОДЕ КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ.....	305
Бобкова О. А., Сысоев Е. О. СОВРЕМЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ТИПОВЫХ ЗДАНИЙ С ВНЕДРЕНИЕМ АРХИТЕКТУРЫ.....	308
Войлошникова А. С., Гринкруг Н. В. НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ НА ПРИМЕРЕ ВНЕДРЕНИЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ В СТРУКТУРУ ЗДАНИЯ В КОМСОМОЛЬСКЕ НА АМУРЕ.....	313
Гармаев Г. А., Муллер Н. В. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ.....	316
Грачев Р. А., Чудинова Н. Г. МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА: ПОЭТАПНАЯ ЗАМЕНА БЕНЗИНОВОГО ТРАНСПОРТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ.....	318
Гузеев А. С., Гринкруг Н. В. ИСТОРИОГРАФИЯ 66 КВАРТАЛА В ГОРОДЕ КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ.....	324
Димитриади Е. М. АНАЛИЗ ВИЗУАЛЬНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АМУРСКА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА 8-МИКРОРАЙОНА).....	327
Дудин М. И., Муллер Н. В. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	331
Желтухина Т. А., Галкина Е. Г. ОСОБЕННОСТИ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА В УСТЬЕ Р. ТЁПЛЫЙ КЛЮЧ.....	334
Журавлева Е. В., Намоконов А. Н., Сысоев О. Е. СОЗДАНИЕ РАСЧЕТНОЙ РАЗОМКНУТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ.....	336
Журавлева Л. М., Галкина Е. Г. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА.....	340
Зайков В. И., Запольских И. С. ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХА-ЦЕНДЕРА С ФАЗОВЫМ МОДУЛЯТОРОМ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТИПА.....	343
Зайков В. И., Капралов В. В. РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СХЕМЫ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХ-ЦЕНДЕРА.....	348
Зайков В. И., Мищенко А. С. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И ТЕСТИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО МОДУЛЯТОРА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХ-ЦЕНДЕРА.....	352
Калинина В. В., Муллер Н. В. ПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ОБЗОР НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ОФИСНЫХ РАБОТНИКОВ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ.....	356

Кононов Д. А., Сысоев О. Е. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЭМУЛЬСИОННЫХ КРАСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	358
Коршунова И. С., Пинаев Е. С. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТЮБИНГОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ.....	361
Крапивный Р. Б., Сысоев Е. О. ВИДЫ ФАСАДОВ.....	365
Кувшинова П. М., Гринкруг Н. В. ИСТОРИОГРАФИЯ ПАРКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКОВ В Г.КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ.....	368
Кукушкин И. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ.....	371
Кукушкин И. А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ЛОВА КАЛЬМАРА В МОРЯХ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА РОССИИ.....	376
Кущенко Е. С., Галкина Е. Г. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИОКУЛЬТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА ТУРИСТСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ П. ЛИВАДИЯ.....	379
Лупин В. П., Дзюба В. А. ВИДЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ ДЛЯ АРМАТУРЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.....	383
Масловская Я. В., Чудинова Н. Г. АНАЛИЗ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ АРЕНДЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В МУНИЦИПАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ.....	386
Муллер Н. В., Лабуз Л. И. КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ.....	390
Муллер Н. В., Трифонова П. А. ЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ, СПАСЕНИЕ ИЛИ ВРЕД?.....	392
Надёжкин М. Е., Сысоев О. Е. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С АРОЧНЫМИ И БАЛОЧНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ.....	395
Немолякин К. А., Сысоев О. Е. КОМПАНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГЛАВНЫХ КОРПУСОВ ТЭС КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ КРУПНЫХ АВАРИЙ.....	399
Никулина Е. Е., Сысоев Е. О. ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК.....	402
Онучина А. С., Гринкруг Н. В. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТОГО ЖИЛЬЯ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ.....	405
Парамонов В. Г., Заплутаев А. М. ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА НА РАЗВИТИЕ СПОРТА.....	410
Пищенкова Н. Ю., Галкина Е. Г. ПРОСТРАНСТВО КАК НОСИТЕЛЬ СМЫСЛА И ЭМОЦИИ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД.....	413
Поздеев С. С., Дзюба В. А. НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ.....	416

Поздеев С. С., Дзюба В. А. ПРИМЕНЕНИЕ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ К ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АРЕНА «ЕРОФЕЙ».....	419
Позняк А. В., Галкина Е. Г. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ЗОНЫ ОТДЫХА С ПРИСУТСТВИЕМ ОБЪЕКТА КУЛЬТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ (Г. КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ).....	421
Полтавцева А. О. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ.....	424
Рогонов А. Ю., Дзюба В. А. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ.....	427
Рыжкова Е. А., Гринкруг Н. В. РУССКОЕ ДЕРЕВЯННОЕ ЗОДЧЕСТВО КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМА.....	430
Самар К. А. Сохацкая Д. Г. КОНЦЕПЦИЯ СИМБИОЗА: ТРАДИЦИОННЫЕ НАНАЙСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ПОДХОДЫ.....	433
Симоненко Р. А., Сысоев Е. О. БЕТОНИРОВАНИЕ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ.....	436
Сорокожерднева А. М., Муллер Н. В. ОПАСНЫЕ ОТХОДЫ: КАК ПРАВИЛЬНО УТИЛИЗИРОВАТЬ БАТАРЕЙКИ, ПЛАСТИК И РТУТНЫЕ ЛАМПЫ.....	438
Тетюев А. Д., Муллер Н. В. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ.....	441
Хайбулов Т. А. О., Дзюба А. В. ДИНАМИКА СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	444
Чебанова А. О., Гринкруг Н. В. ДОСТУПНАЯ СРЕДА В БОЛЬНИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ.....	447
Чудинова Н. Г. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	450
Штарк Р. А., Сысоев О. Е. СОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	453
Шумкина П. М., Сысоев О. Е. СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ.....	457
Семакина А. Д., Сохацкая Д. Г. СТРАТЕГИИ ИНТЕГРАЦИИ КУЛЬТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫЕ ГОРОДСКИЕ УСЛОВИЯ КОМСОМОЛЬСКА-НА-АМУРЕ.....	461

Научное издание

**НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ:
ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ**

Часть 1

Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 70-летию со дня образования
Комсомольского-на-Амуре государственного университета
Комсомольск-на-Амуре, 7-8 октября 2025 г.

Ответственный редактор А. В. Космынин

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 11.11.2025.

Формат 60×84 1/16. Бумага 65 г/м². Ризограф RISO EZ 570E.
Усл. печ. л. 27.65. Уч.-изд. л. 26.15. Тираж 100 экз. Заказ 31361.

Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.