

НАУЧНЫЙ ПОИСК

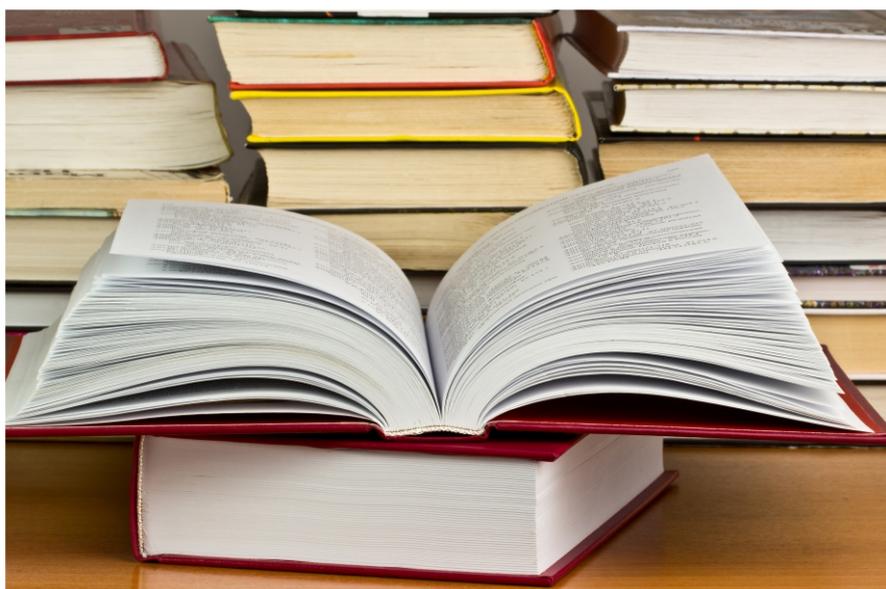
ТЕХНИЧЕСКИЕ
НАУКИ

СОЦИАЛЬНО-
ГУМАНИТАРНЫЕ
НАУКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ

ЭКОНОМИКА.
УПРАВЛЕНИЕ.
ПРАВО

МАТЕРИАЛЫ СЕМНАДЦАТОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ АСПИРАНТОВ
И ДОКТОРАНТОВ



ЧЕЛЯБИНСК 2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет

Ч21.я43
Н347

НАУЧНЫЙ ПОИСК

Материалы семнадцатой научной конференции
аспирантов и докторантов

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2025

ББК Ч481.46.я43 + Ч215.1.я43
НЗ47

Оргкомитет семнадцатой научной конференции
аспирантов и докторантов:

Коржов А.В. (председатель), Шипулин Л.В. (зам. председателя),
Шабурова Н.А., Киянец А.В., Потороко И.Ю., Карпушкина А.В.,
Голлай А.В., Замышляева А.А., Ярославова Е.Н., Лободенко Л.К.,
Эрлих В.В., Иванов М.А., Титова Е.В., Юдочкина С.А.

Ответственный за выпуск
Коржов А.В.

Научный поиск: материалы семнадцатой научной конференции
НЗ47 аспирантов и докторантов. – Челябинск: Издательский центр
ЮУрГУ, 2025. – 131 с.

ISBN 978-5-696-05604-3

Представлены материалы семнадцатой научной конференции аспирантов и докторантов, которая состоялась в апреле 2025 года.
Отпечатано с авторских оригиналов.

ББК Ч481.46.я43 + Ч215.1.я43

ISBN 978-5-696-05604-3

© Издательский центр ЮУрГУ, 2025

СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

УДК 72.03(470.55)

ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ ЧЕЛЯБИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ: ПРОБЛЕМА ПЕРЕХОДА НА МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

А.А. Воронина

Челябинская агломерация сформировалась в XX веке как часть Уральской промышленной конгломерации. Города-спутники Челябинска (Копейск, Коркино, Миасс, Еманжелинск) изначально создавались как ресурсно-производственные центры. Однако такой подход, эффективен в условиях плановой экономики, а сегодня это тормозит развитие агломерации и региона в целом, усиливая зависимость от устаревающих промышленных комплексов. В свете реализации Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2036 года, Челябинская агломерация сталкивается с необходимостью трансформации своей модели развития.

Развитие городов-спутников сопровождается рядом противоречий: с одной стороны – историческая зависимость от промышленности, с другой – необходимость перехода к устойчивому развитию, учитывающему экологические, социальные и экономические вызовы современности. Исследование основано на проблемно-ориентированном подходе, который помогает выявить исторические зависимости, мешающие переходу к модели устойчивого развития.

Ключевые слова: агломерация, город-спутник, промышленный каркас, устойчивое развитие.

Актуальность исследования обусловлена комплексом взаимосвязанных проблем исторически сложившейся модели развития городов-спутников Челябинской агломерации, требующих системного решения в контексте перехода к устойчивому развитию. Историческая модель промышленной зависимости городов-спутников Челябинской агломерации характеризуется: монофункциональностью экономики (жёсткой привязкой к градообразующим предприятиям типа ЧТЗ, УралАЗ и угольным разрезам); значительной экологической нагрузкой из-за интеграции промышленных зон в жилые районы (наиболее остро проявляющейся на примере Коркинского угольного разреза); а также отставанием в развитии социальной инфраструктуры, заложенным ещё в советский период [1]. Успешный переход к модели устойчивого развития позволит превратить промышленные спутники в полноценные элементы современной агломерации, соответствующие

щей вызовам времени. Для этого необходимо выявить противоречия в историческом формировании агломерации.

1. Формирование транспортной системы Челябинской области и агломерации складывалось поэтапно.

Первый этап (конец XIX – начало XX века) характеризуется становлением транспортной системы региона. В 1892 году Челябинск приобрел статус важнейшего транспортного узла благодаря вводу в эксплуатацию Транссибирской магистрали, получив неофициальное название «Ворота Сибири». В 1896 году было завершено строительство двух стратегических направлений: ветки Челябинск – Екатеринбург и Самаро-Златоустовской железной дороги. Эти инфраструктурные проекты заложили основу транспортного каркаса региона [2].

Второй этап (начало – середина XX века) характеризуется комплексным развитием всех видов транспорта. В этот период произошел индустриальный рывок:

- в 1925 году появилась автобусная система;
- 1930 год ознаменовался открытием аэропорта;
- в 1932 году запущено трамвайное движение;
- в 1934 году введена в эксплуатацию Южно-Уральская железная дорога;
- в 1942 году начала работу троллейбусная система.

Особое внимание уделялось созданию специализированных транспортных веток к промышленным объектам: Челябинскому тракторному заводу (1933), Магнитогорскому металлургическому комбинату (1930-е), угольным разрезам Копейска и Коркино. В годы Великой Отечественной войны (1941–1945) транспортная система Челябинска стала стратегически важным эвакуационным центром, через который происходило масштабное перемещение промышленных предприятий и населения с территорий из западных регионов страны.

Третий этап (середина – конец XX века) отмечен усилением интеграционных и агломерационных процессов:

- в 1965 году введена трасса М5 «Москва – Челябинск»;
- в 1980-х построена кольцевая дорога вокруг Челябинска;
- развито междугороднее автобусное сообщение между спутниками;
- с 1994 года аэропорт начал обслуживать международные рейсы.

Четвертый этап (конец XX – начало XXI века) характеризуется трансформацией Челябинска в полноценный мультимодальный узел, объединивший современный железнодорожный вокзал, международный аэропорт и модернизированные автобусные терминалы. Параллельно произошла четкая специализация городов-спутников в транспортной сфере: Копейск стал важным грузовым железнодорожным хабом; Миасс сформировал транспортные связи с Башкортостаном; Коркино превратился в ключевой логистический центр угледобычи. Этот этап закономерно продолжил историческое развитие транспортной системы региона, отвечая современным

экономическим потребностям и социальным запросам. Созданная многоуровневая инфраструктура успешно интегрировалась в общероссийские и международные транспортные коридоры, обеспечив эффективное движение грузовых и пассажирских потоков.

Пятый этап (начало XXI века – настоящее время) отличается высокой степенью интеграции в межрегиональные и международные грузопотоки, соединяя промышленные центры Урала с другими регионами России и странами Центральной Азии. Несмотря на исторически сложившиеся мощные транспортные сообщения между крупными городами страны, внутри Челябинской агломерации сохраняется парадоксальная ситуация: развитая внешняя транспортная связанность контрастирует с внутренней разобщенностью. Корень проблемы был заложен в советское время: транспортная структура Челябинской области и агломерации была ориентирована на грузовые перевозки, что негативно повлияло на развитие пассажирского транспорта. Дисбаланс транспортной системы проявляется в хронически узких местах (ежедневные пробки на выездных магистралях, особенно на направлениях в Копейск и Свердловский тракт). Нехватка скоростных маршрутов внутри агломерации (LRT, электропоездов), высокий уровень износа инфраструктуры (например, устаревшая трамвайная сеть) и дорожного полотна, неразвитость альтернативной инфраструктуры усугубляют сложившуюся ситуацию, формируя социальную изоляцию жителей малых городов [3].

В процессе образования транспортной системы Челябинской области сформировались крупные транспортные узлы: Челябинск, Магнитогорск, Златоуст, Копейск, Южноуральск, Троицк (см. рисунок). **Челябинск** исторически сложился как крупнейший транспортный перекресток Урала, через который проходят жизненно важные коммуникации, связывающие европейскую часть страны с сибирскими и дальневосточными регионами. Международный аэропорт имени И.В. Курчатова (Баландино) обслуживает как пассажирские, так и грузовые перевозки, а железнодорожный узел города представляет собой важную точку на Транссибирской магистрали, соединяющей европейскую часть страны с Сибирью и Дальним Востоком. Через Челябинск проходят несколько федеральных автомобильных трасс, включая магистраль М5 «Урал». Особое значение имеет транспортная инфраструктура **Магнитогорска**. Железнодорожные линии обеспечивают грузовые перевозки для Магнитогорского металлургического комбината, а речной порт на Урале дополняет транспортные возможности города. В горной части области важным узлом остается **Златоуст**, расположенный на историческом участке Транссиба и автотрассе М5. На юге области выделяется **Южноуральск**, чья транспортная инфраструктура имеет международное значение благодаря близости к границе с Казахстаном. Здесь расположен крупный железнодорожный узел и современный таможенно-логистический терминал. Пригородные транспортные потоки концентрируются вокруг

Копейска, связанного с Челябинском железнодорожными линиями и автомобильными дорогами. **Троицк** выступает ключевым узлом, связывающим регион с Казахстаном и другими территориями Урала. Город расположен вблизи государственной границы, что определяет его значение как транспортно-логистического центра международного значения [4].

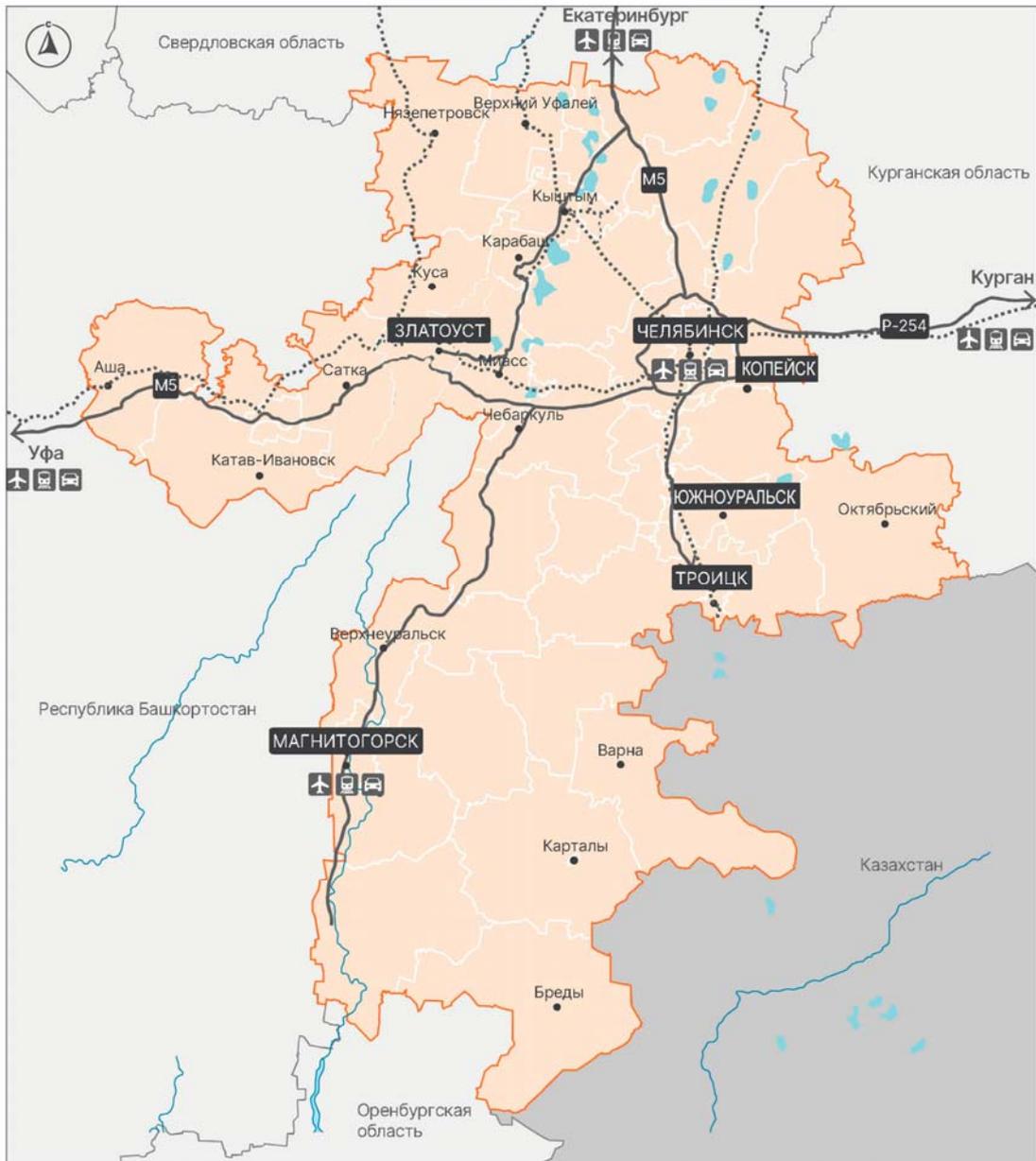


Схема транспортного каркаса Челябинской области с выделением крупных узлов

Таким образом, транспортная система области играет ключевую роль в экономике Уральского региона, обеспечивая связи между Европейской частью России, Сибирью и Центральной Азией. Однако при этом сохраняются проблемы, связанные с необходимостью модернизации инфраструктуры, особенно в северных промышленных районах области.

2. Параллельно развитию транспортной системы в Челябинской области исторически складывался мощный промышленный каркас. Формирование транспортной инфраструктуры во многом определяло размещение и специализацию промышленных предприятий, а растущие потребности промышленности, в свою очередь, стимулировали развитие транспортных коммуникаций. Особенно наглядно эта взаимосвязь проявилась в советский период индустриализации, когда строительство новых железнодорожных веток и автомобильных дорог осуществлялось в первую очередь для обслуживания крупных промышленных объектов. Например, развитие Магнитогорского металлургического комбината потребовало создания разветвленной транспортной сети для доставки сырья и вывоза готовой продукции. Аналогичным образом угольные разрезы Копейска и Коркино стали важными узлами грузовых железнодорожных перевозок.

Таким образом, многолетнее взаимодействие промышленности и транспорта сформировало эффективную логистическую модель, где транспортные артерии обеспечивают бесперебойные поставки сырья и комплектующих на предприятия, одновременно открывая пути для реализации готовой продукции как на внутреннем рынке, так и за рубежом.

3. Исторически сложившаяся мощь промышленного и транспортного комплекса Челябинской области, будучи ее ключевым экономическим преимуществом, породила серьезные экологические проблемы. Интенсивное промышленное производство в сочетании с высокой транспортной нагрузкой привело к значительному ухудшению качества окружающей среды, особенно в городах-спутниках, где производственные зоны тесно соседствуют с жилыми районами. Это создает очевидное противоречие: именно те факторы, которые обеспечили региону экономическое процветание, одновременно стали источником экологического неблагополучия.

Экологические проблемы промышленных городов-спутников Челябинской области требуют комплексного подхода к восстановлению окружающей среды. Многолетняя промышленная деятельность оставила после себя серьезный экологический ущерб, что особенно заметно на примере отработанных угольных разрезов, нуждающихся в рекультивации и преобразовании в рекреационные территории [5]. Одним из ключевых направлений решения этих проблем становится постепенная переориентация промышленных предприятий на высокотехнологичные и экологически безопасные производства, а также создание современных технопарков и инновационных площадок, которые помогут диверсифицировать местную экономику. Другим важным направлением в решении экологических вопросов является формирование зеленого каркаса городских территорий – взаимосвязанные системы парков, скверов и рекреационных зон.

Заключение. Челябинская агломерация сегодня представляет собой пространственный парадокс, где исторически сложившиеся промышленный потенциал и транспортная инфраструктура, изначально обеспечившие

экономическое развитие и территориальную связность, превратились в факторы, сдерживающие устойчивое развитие региона. Сформированные вокруг градообразующих предприятий (ЧТЗ, ЧМК, угольных разрезов) производственные кластеры и разветвлённая сеть железнодорожных и автомобильных магистралей, с одной стороны, создали прочный экономический фундамент территории, а с другой – породили комплекс взаимосвязанных проблем, образующих своеобразную «критическую триаду»: 1) экологическую нагрузку (интеграция промзон в жилые районы, рекордные выбросы); 2) инфраструктурное отставание (устаревшие дороги, отсутствие современного общественного транспорта); 3) социальные дисбалансы (дефицит комфортной среды, миграция молодежи). Перспективы преодоления этой противоречивости лежат в синергии трех направлений: индустриализация; инфраструктурный апгрейд; экологическая реабилитация. Только такой комплексный подход позволит трансформировать «промышленное наследие» в конкурентное преимущество новоиндустриальной агломерации [6].

Реализация Стратегии пространственного развития до 2036 года создает системные возможности для модернизации городов-спутников Челябинской агломерации и преодоления их ключевых противоречий [7]. Однако успешное преобразование возможно при соблюдении следующих условий: 1) последовательного следования принципам устойчивого развития; 2) эффективной межведомственной координации между федеральными (финансирование), региональными (программное обеспечение) и муниципальными (локальные проекты) органами власти; 3) активного вовлечения бизнес-сообщества (инвестиции) и местных жителей в процесс преобразований.

Библиографический список

1. Большаков, В.В. Города-спутники в составе Челябинской агломерации. Проблемы и потенциал / В.В. Большаков // Академ. вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – № 4. – С. 33–36. – <https://cyberleninka.ru/article/n/goroda-sputniki-v-sostave-chelyabinskoy-aglomeratsii-problemy-i-potentsial>

2. Конов, А.А. Модернизация железнодорожного транспорта Южного Урала в конце XIX – начале XX вв. / А.А. Конов // Общество: философия, история, культура. – № 11. – 2023. – С. 192–201. – <https://doi.org/10.24158/fik.2023.11.28>.

3. Стратегия социально-экономического развития Челябинской области на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства ЧО от 6 марта 2017 года № 89-рп). – https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_subektov_rf/dorabotannye_proekty_strategiy/dorabotannyyu_proekt_strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_chelyabinskoy_oblasti_do_2035_goda.html

4. Программы комплексного развития транспортной инфраструктуры города Челябинска на период 2022–2041 годов. – <https://cheladmin.gov74.ru/files/articles/ПКРТИ%20Челябинск%20от%2015.11.2022.pdf>

5. Глазычев, В.Л. Челябинская агломерация: потенциал развития / В.Л. Глазычев, И.В. Стародубровская. – Челябинск, 2008. – 278 с.

6. Колясников, В.А. Екатеринбургская агломерация: инновационное развитие и жилищное строительство / В.А. Колясников. – Челябинск: ЮУрГУ, 2016. – 89 с.

7. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 28 дек. 2024 г. № 4146-р). – https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rossii_do_2030_goda_s_prognozom_do_2036_goda/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2030_goda_s_prognozom_do_2036_goda.html

УДК 72.01:004.032.26

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРОЕКТАХ

П.А. Пичугов

Современная архитектура стоит на пороге цифровой трансформации, движимой технологиями искусственного интеллекта. Нейронные сети демонстрируют значительный потенциал в революционизировании архитектурного проектирования через автоматизацию процессов генерации идей, оптимизации конструкций и визуализации проектов. Особое внимание привлекает концепция машинной апофении – способности нейросетей создавать осмысленные архитектурные образы даже из случайных входных данных, что открывает новые горизонты для творческого взаимодействия между человеком-архитектором и искусственным интеллектом. В статье анализируются текущие достижения и будущие перспективы применения различных архитектур нейронных сетей в проектировании зданий и сооружений, выявляются технические, методологические и этические аспекты такого применения.

Ключевые слова: нейронные сети, архитектурное проектирование, машинная апофения, графовые нейронные сети, BIM.

Актуальность. Архитектурное проектирование всегда было областью, где творческий потенциал человека сочетается с техническими знаниями и математическими расчетами. В последние годы искусственный интеллект и, в частности, нейронные сети становятся мощным инструментом, расширяющим возможности архитекторов и инженеров. История развития нейронных сетей насчитывает несколько десятилетий, начиная с первых перцептронов и вакуумных ламп до современных глубоких нейронных сетей.

Актуальность использования нейронных сетей в архитектурном проектировании обусловлена несколькими факторами. Во-первых, возрастаю-

щая сложность архитектурных проектов требует новых подходов к генерации и оптимизации пространственных решений. Во-вторых, необходимость учета множества параметров (экологических, экономических, социальных) при проектировании делает традиционные методы недостаточно эффективными. В-третьих, усиливается потребность в инновационных дизайнерских решениях, которые могут быть получены с помощью генеративных алгоритмов.

Современные исследования демонстрируют, что применение нейронных сетей в архитектуре перешло от теоретических разработок к практическим решениям. Например, недавнее исследование представляет методологию, объединяющую несколько нейронных сетей для создания потока уникальных архитектурных изображений без непосредственного участия человека [1, 2]. Такие разработки позволяют пересмотреть традиционные представления о процессе архитектурного творчества и дизайна.

1. Теоретические основы нейронных сетей в контексте архитектурного проектирования. В архитектурном проектировании применяются различные типы нейронных сетей в зависимости от конкретной задачи. Сверточные нейронные сети (CNN) особенно эффективны для обработки и анализа изображений, что делает их ценным инструментом для классификации архитектурных стилей и элементов [3]. Они способны выделять пространственные характеристики изображений через последовательное применение сверток, что критически важно при анализе архитектурных форм и текстур.

Рекуррентные нейронные сети (RNN) и их разновидности применяются для анализа последовательных данных, что может быть полезно при моделировании временных аспектов архитектурного проектирования или при обработке текстовых описаний архитектурных проектов [4]. Эти сети, особенно с использованием долгой краткосрочной памяти (LSTM), позволяют моделировать сложные временные зависимости, такие как изменения в архитектурных трендах или эволюция стилистических решений.

Графовые нейронные сети (GNN) представляют особый интерес для оптимизации структурных элементов архитектурных проектов. Они могут эффективно применяться для решения задачи Штейнера, которая имеет прямое отношение к проектированию оптимальных коммуникационных сетей внутри зданий [5]. Архитектура GNN включает итеративное обновление признаков с использованием информации о смежных вершинах, что позволяет моделировать сложные зависимости в графах и пространственных структурах.

Концепция «машинной апофении», предложенная в исследовании генеративного искусственного интеллекта в архитектурном дизайне, представляет особый интерес [2]. Апофения – склонность видеть осмысленные образы в случайных стимулах. Аналогично, нейронные сети, обученные на большом количестве данных человеческого происхождения, способны ге-

нерировать осмысленные архитектурные образы даже из случайных входных данных. Процесс генерации архитектурных изображений с использованием нейронных сетей включает итеративный процесс генерации, оптимизации и уточнения. Этот подход позволяет создавать уникальные архитектурные концепции без непосредственного участия человека, что открывает новые возможности для творческого исследования архитектурных форм и пространственных решений. Важно отметить, что для повышения эффективности работы нейронных сетей в архитектурном проектировании необходимо учитывать структурные взаимосвязи между различными архитектурными элементами. Это требует разработки специальных методов визуального анализа пространств нейронных архитектур для обобщения принципов проектирования [6]. Такой подход может значительно улучшить процесс разработки новых архитектурных решений, делая его более эффективным и менее зависимым от проб и ошибок.

2. Современные подходы и методы использования нейронных сетей в архитектуре. Нейронные сети эффективно применяются для оптимизации различных аспектов архитектурных решений. Например, графовые нейронные сети могут использоваться для решения задачи Штейнера, которая непосредственно связана с проектированием оптимальных коммуникационных сетей внутри зданий [5].

Для агрегации информации в GNN применяется механизм передачи сообщений (MPNN), который обновляет состояние вершины, учитывая данные смежных вершин и ребер. Такой подход позволяет учитывать взаимозависимости между различными элементами архитектурного проекта и находить оптимальные решения для систем коммуникаций, вентиляции, отопления и других инженерных систем.

Графовые нейронные сети показывают высокий потенциал для задач на графах небольшой и средней размерности, особенно в анализе сложных систем, таких как беспроводные сети внутри зданий, где важны взаимосвязи между компонентами. Однако при увеличении размерности наблюдается снижение качества результатов, что требует дальнейших исследований и улучшений в архитектуре нейронных сетей.

Сверточные нейронные сети эффективно применяются для анализа и классификации архитектурных стилей. Например, архитектура CNN типа EfficientNetB3, обученная на большой базе данных изображений, может быть адаптирована для классификации архитектурных стилей и элементов. Этот подход включает предобработку изображений, их нормализацию и последующую классификацию с использованием глубоких сверточных сетей.

Процесс классификации архитектурных стилей с помощью CNN схож с методами, применяемыми в медицинской визуализации, где сверточные нейронные сети используются для классификации различных типов опухолей на МРТ-изображениях [3]. Архитектура таких сетей включает последовательные сверточные слои, слои пулинга и полносвязные слои для

анализа и классификации визуальных характеристик. Этот подход полезен для автоматического анализа исторических архитектурных памятников, создания каталогов архитектурных стилей и элементов, а также в образовательных целях в области архитектуры и истории искусств. Он также может помочь в определении стилистических влияний и исторических связей между различными архитектурными традициями.

3. Перспективные направления применения нейронных сетей в архитектурном проектировании. Одним из наиболее перспективных направлений является интеграция нейронных сетей с технологиями информационного моделирования зданий (BIM). Нейронные сети могут дополнить BIM-системы возможностями автоматического анализа и оптимизации различных аспектов проекта: энергоэффективности, эргономичности, экологической устойчивости и других параметров. Например, нейронная сеть может анализировать BIM-модель здания и предлагать оптимальные решения для систем отопления, вентиляции и кондиционирования с учетом климатических условий, ориентации здания, его функционального назначения и других факторов. Такой подход позволит создавать более экологичные и энергоэффективные проекты, что особенно актуально в контексте современных экологических вызовов.

Интеграция нейронных сетей с BIM также может облегчить процесс проверки соответствия проекта различным нормативным требованиям, выявляя потенциальные проблемы и предлагая решения на ранних этапах проектирования. Это значительно сократит время и затраты на корректировку проекта на поздних стадиях.

Нейронные сети могут взять на себя многие рутинные задачи архитектурного проектирования, такие как автоматическое создание чертежей на основе концептуальных эскизов, расчет нагрузок и прочностных характеристик конструкций, проверку соответствия проекта нормативным требованиям и оценку стоимости строительства и эксплуатации. Автоматизация рутинных процессов позволит архитекторам сосредоточиться на творческих аспектах проектирования, предоставляя техническую работу искусственному интеллекту. Это может значительно повысить производительность архитектурных бюро и качество проектов, поскольку архитекторы смогут уделять больше времени концептуальным и эстетическим аспектам проектирования.

Подход к автоматизации может быть схож с методами, применяемыми в других областях, где нейронные сети успешно заменяют рутинные задачи. Например, в области визуального распознавания применяются сверточные нейронные сети для классификации изображений, что может быть адаптировано для автоматического распознавания и классификации архитектурных элементов на чертежах и эскизах.

Нейронные сети, особенно генеративно-сопоставительные (GAN), могут стать источником новых, нестандартных дизайнерских решений. Они спо-

способны генерировать архитектурные формы, выходящие за рамки традиционных представлений о дизайне зданий, что может привести к появлению новых архитектурных стилей и направлений. Методология применения генеративного искусственного интеллекта для создания потока уникальных архитектурных изображений может стать источником вдохновения для архитекторов и дизайнеров. Этот подход не заменяет творческий потенциал архитектора, а скорее дополняет его, предлагая неожиданные комбинации форм, пространств и материалов.

Важно отметить, что генеративные нейронные сети могут быть обучены на примерах устойчивой архитектуры, что позволит создавать проекты, изначально ориентированные на экологичность и энергоэффективность. Это особенно актуально в контексте глобальных усилий по сокращению углеродного следа строительной индустрии.

4. Проблемы и ограничения использования нейронных сетей в архитектуре. Несмотря на значительный потенциал, использование нейронных сетей в архитектурном проектировании сталкивается с рядом технических ограничений. Одним из них является снижение эффективности при увеличении размерности задачи. Например, при работе с графовыми нейронными сетями наблюдается значительное снижение метрик точности и полноты результатов при увеличении размера входных графов [7].

Это ограничение связано с особенностями механизма передачи сообщений (MPNN) [5], который агрегирует информацию о соседних вершинах на ограниченном расстоянии. Для решения этой проблемы требуются улучшения в алгоритмах агрегации и модификации архитектуры нейронных сетей, чтобы они могли эффективно работать с крупномасштабными архитектурными проектами.

Другим техническим ограничением является сложность интерпретации результатов работы нейронных сетей. В архитектурном проектировании, где важны не только эстетические аспекты, но и функциональные, структурные и экономические характеристики проекта, непрозрачность работы нейронных сетей может стать серьезным препятствием для их широкого применения в профессиональной практике [8].

Использование нейронных сетей в архитектуре поднимает ряд этических вопросов. Один из них – вопрос об авторстве проектов, созданных с помощью искусственного интеллекта. Если нейронная сеть генерирует оригинальный архитектурный концепт, кто является его автором – разработчик нейронной сети, архитектор, использующий эту систему, или сама нейронная сеть?

Другой этический аспект связан с возможным сокращением рабочих мест в архитектурной отрасли в результате автоматизации многих процессов. Хотя нейронные сети могут взять на себя рутинные задачи, существуют опасения, что в долгосрочной перспективе они могут заменить и некоторые творческие функции архитекторов, что потребует переосмысления

роли архитектора в процессе проектирования. Обучение нейронных сетей на существующих архитектурных проектах и стилях поднимает вопросы авторского права. Если нейронная сеть обучена на работах известных архитекторов и генерирует проекты, похожие на их стиль, это может рассматриваться как нарушение авторских прав. Кроме того, в большинстве стран законодательство об авторском праве не предусматривает возможности признания искусственного интеллекта автором произведения, что создает правовой вакуум вокруг проектов, созданных с помощью нейронных сетей.

Широкое внедрение нейронных сетей в архитектурную практику потребует существенной адаптации архитектурного образования. Будущие архитекторы должны будут не только освоить традиционные навыки проектирования, но и научиться эффективно работать с искусственным интеллектом, понимать принципы работы нейронных сетей и критически оценивать предлагаемые ими решения. Образовательные программы должны будут включать курсы по основам машинного обучения, программированию и работе с нейронными сетями, а также этическим аспектам использования искусственного интеллекта в архитектуре. Это потребует от архитектурных школ тесного сотрудничества с факультетами компьютерных наук и инженерии, что может привести к появлению новых междисциплинарных специализаций.

Заключение. Использование нейронных сетей в архитектурном проектировании находится на ранней стадии развития, но уже демонстрирует значительный потенциал для трансформации архитектурной практики. Нейронные сети могут стать мощным инструментом в руках архитекторов, расширяющим их творческие и технические возможности в различных аспектах проектирования.

Особенно перспективными направлениями являются генерация концептуальных архитектурных образов с использованием методологии машинной апофении, оптимизация архитектурных решений с помощью графовых нейронных сетей и автоматизация рутинных процессов проектирования. Интеграция нейронных сетей с BIM-технологиями также представляет значительный интерес, поскольку может привести к созданию более эффективных, устойчивых и функциональных архитектурных решений.

Однако для широкого внедрения нейронных сетей в архитектурную практику необходимо решить ряд технических, этических и правовых проблем. Требуется развитие новых архитектур нейронных сетей, адаптированных к специфике архитектурных задач, улучшение методов визуального анализа пространств нейронных архитектур, а также формирование нормативной базы, регулирующей использование искусственного интеллекта в архитектуре. В целом, нейронные сети представляют собой многообещающее направление развития архитектурного проектирования, способное привести к появлению новых архитектурных форм, стилей и методов проектирования, более эффективных, устойчивых и адаптированных

к потребностям человека и общества. Успешная интеграция этой технологии в архитектурную практику потребует тесного сотрудничества между архитекторами, инженерами, программистами и другими специалистами, что может привести к формированию новой парадигмы архитектурного проектирования в эпоху искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Орлов, И.И. Neural networks are a new milestone in the development of science and design. Brief overview of the problem / И.И. Орлов, Е.Л. Ларских // Наука. Исследования. Практика: сб. избран. статей по материалам Междунар. науч. конф. – СПб., 2021.
2. Tikhonov, A. Machine Apophenia: The Kaleidoscopic Generation of Architectural Images / A. Tikhonov, D. Sinyavin // arXiv: 2407.09172. – 2024.
3. Лихотин, М. Use of convolutional neural networks for prediction of brain tumors / М. Лихотин // Вестник Воронеж. гос. технич. ун-та, 2023.
4. Хужаяров, И. Разработка языковой модели на основе искусственных нейронных сетей для узбекского языка / И. Хужаяров, М. Очилов // Междунар. журнал теоретич. и приклад. вопросов цифровых технологий. – 2024.
5. Пиминов, Д. Использование графовых нейронных сетей для решения задачи Штейнера / Д. Пиминов, В.В. Печенкин, М. Королёв // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025.
6. Visual Analysis of Neural Architecture Spaces for Summarizing Design Principles / Yuan J., Liu M., Tian F., Liu S. // IEEE Trans Vis Comput Graph. – 2023. – No. 29 (1). – P. 288–298. DOI: 10.1109/TVCG.2022.3209404
7. Мищенко, А.С. Использование технологии нейронных сетей в строительной деятельности / А.С. Мищенко // Вестник Полоцкого гос. ун-та. Серия D. Эконом. и юрид. науки. – 2024. – № 2. – <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologii-neyronnyh-setey-v-stroitelnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 14.05.2025).
8. Клевцов, Д.В. Перспективы использования нейронных сетей в современной экономике / Д.В. Клевцов // Междунар. журнал приклад. наук и технологий «Integral». – 2020. – № 1.

УДК 711.417

КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БОЛЬШОГО ЧЕЛЯБИНСКА

А.А. Фёдоров

Развитие Большого Челябинска – агломерации, объединяющей город Челябинск и прилегающие территории – обусловлено необходимостью обеспечения градостроительных условий для реализации социально-экономической стратегии региона с учётом государственных приоритетов в формировании качественной городской среды. Официально Челябинская городская агломерация была сформирована в 2014 году и

включает Челябинск, город-спутник Копейск и ряд пригородных районов. Согласно данным исследований, почти половина населения России проживает именно в городских агломерациях. Это отражает общую мировую тенденцию урбанизации: по оценкам ООН, доля городского населения планеты увеличится с 55 % в 2018 году до около 68 % к 2050 году un.org. Рост населения и устойчивое перетекание людей в города создают серьёзный вызов: обеспечить всех жильём, работой, инфраструктурой и комфортной средой обитания.

Актуальность. Проведение выпускной квалификационной работы по архитектурно-планировочному развитию Большого Челябинска определяется необходимостью градостроительного обеспечения стратегии социально-экономического развития с учетом государственных приоритетов в формировании архитектурной среды. Также, дополнительное развитие территорий пригородной зоны путём интеграции в неё инновационных технологий и восстановления заброшенных, но все еще полезных территорий, которые могут пригодиться в реализации поставленных целей. Развитие системы расселения остается актуальной задачей в современном мире из-за нескольких ключевых причин. Во-первых, это обеспечение жильем населения, улучшение его жизненных условий и повышение комфортности проживания. Во-вторых, развитие помогает бороться с перенаселением городов, улучшить экологическую ситуацию и снизить давление на инфраструктуру. Кроме того, развитие системы расселения способствует лучшему использованию территории, обеспечению равномерного развития всех регионов и созданию благоприятных условий для развития экономики. Таким образом, развитие системы расселения остается важной задачей для общества и требует постоянного внимания и усилий со стороны государственных и общественных структур.

Система расселения – то есть распределение населения по территории через сеть городских и сельских поселений – требует развития именно по этим причинам. Во-первых, необходимо удовлетворять спрос на жильё и улучшать жилищные условия граждан. Во-вторых, правильное расселение помогает избежать гиперконцентрации населения в одном центре, что ведёт к перегрузке инфраструктуры и ухудшению экологии мегаполиса. В-третьих, сбалансированное развитие поселений способствует равномерному росту всех районов и снижает диспропорции между центром и периферией. Наконец, формирование устойчивых городских сообществ с развитой инфраструктурой, доступностью социальных, образовательных и культурных учреждений повышает качество жизни и привлекательность города.

В современном градостроительстве признаётся, что **развитие системы расселения** – важнейшая задача городской политики. В случае Челябинска эта задача проявляется в концепции развития «Большого Челябинска», предполагающей интеграцию города с пригородной зоной и вовлечение неиспользуемых территорий в хозяйственный оборот. Настоящая статья рас-

смачивает концепцию архитектурно-планировочной организации Большого Челябинска на основе стратегических документов города и анализа зарубежного опыта. Вначале рассматриваются официальные планы и приоритеты развития Челябинской агломерации, включая Стратегию социально-экономического развития Челябинска до 2035 года. Затем проводится обзор концепций и практик градостроительства за рубежом – в Европе, США и Азии – в части организации городской среды и расселения населения. На этой основе выявляются направления, которые могут быть учтены для архитектурно-планировочной организации Большого Челябинска. Структура статьи включает введение, основную часть, разделённую на указанные подразделы, и заключение с выводами.

Официальные документы и стратегия развития Большого Челябинска

Развитие Челябинской агломерации опирается на ряд стратегических документов. Ключевым из них является *Стратегия социально-экономического развития города Челябинска на период до 2035 года*, утверждённая в 2021 году. Этот документ определяет *векторы развития города* по 11 приоритетным направлениям, включая улучшение архитектурно-планировочной организации городской среды. Стратегической целью обозначено превращение Челябинска в «город технологических инноваций, удобный для работы, жизни, отдыха и привлекательный для гостей и инвесторов. Для достижения этой цели Стратегия-2035 увязана с приоритетами развития региона и учитывает лучший отечественный и мировой опыт городского развития. В разработке документа участвовали эксперты, учёные, бизнес-сообщество и жители города – свыше 2,5 тыс. человек внесли предложения, а около 6 тыс. приняли участие в опросах. Такой подход обеспечил учёт мнения населения и экспертов при формировании градостроительных решений.

Архитектурно-планировочная организация города в Стратегии выделена отдельным направлением (направление 5 – «Архитектура и градостроительство, организация городского пространства»). В рамках этого направления ставится задача повысить эффективность использования городских территорий и обеспечить компактность застройки. Предусмотрено формирование полноценных районных центров в пригородных зонах, что позволит разгрузить исторический центр города за счёт удовлетворения потребностей населения по месту проживания. Такой *полицентрический подход* соответствует мировым трендам развития агломераций, где создание нескольких субцентров улучшает доступность услуг и снижает маятниковую миграцию. Стратегия также ориентирована на реабилитацию неэффективно используемых земель: например, намечена реновация территорий бывших промышленных зон, старой застройки 1960–1970-х годов и других *заброшенных, но потенциально полезных территорий*. Для таких территорий планируется комплексное развитие – создание современных жилых кварталов со всей необходимой инфраструктурой [1]. Уже отобрано

несколько **пилотных проектов** комплексного развития: территория старого элеватора, район возле Копейского шоссе и рынок на улице Каширинской. Эти проекты призваны продемонстрировать возможности интеграции инноваций в городской ткани – например, создание технологичных кластеров или общественных пространств на месте промзон.

Важный акцент делается на улучшении качества городской среды и благоустройстве. Стратегией предусмотрено развитие сети зеленых насаждений и природно-рекреационного каркаса города (парки, скверы, набережные озёр и реки Миасс) [2]. Формирование привлекательных общественных пространств с многофункциональными сервисами – социальными, культурными, спортивными, досуговыми – названо одним из приоритетов. Это должно повысить комфортность проживания и сделать городскую среду более разнообразной. Решение экологических проблем Челябинска также попало в число первоочередных задач: **экологическая повестка** в городе остаётся напряжённой из-за наследия крупных промышленных предприятий. Стратегия-2035 обозначает Челябинск как федеральный центр экологических компетенций, предполагая внедрение новейших технологий очистки воздуха и воды, рекультивацию городской свалки и оздоровление окружающей.

Отдельно следует отметить приоритет «Развитие системы расселения», который в Стратегии отражён через цель улучшения обеспеченности жильём и повышения средней обеспеченности населения жилплощадью. Планируется нарастить ввод жилья за счёт всех источников финансирования, стимулировать строительство современного и доступного жилья. Особое внимание уделяется переселению граждан из аварийного фонда – долю аварийного жилья предполагается сократить благодаря цифровому учёту и ускоренному расселению ветхих домов. Таким образом, город намерен одновременно решать проблемы накопившегося жилья старого фонда и удовлетворять будущий спрос.

Стратегия развития Большого Челябинска базируется на понимании, что без развития городской агломерации сложно добиться устойчивого экономического роста. Ещё в 2008 году исследователи во главе с Вячеславом Глазычевым представили концепцию «Челябинская агломерация: потенциал развития», где обосновали необходимость интеграции города с пригородами. Впоследствии учёные Южно-Уральского государственного университета и УрО РАН также показали, что формирование агломерации даёт положительный эффект: повышается эффективность использования территории, оптимизируется транспортная и коммунальная инфраструктура, диверсифицируется экономика региона. Иными словами, **концепция Большого Челябинска** направлена на то, чтобы суммировать ресурсы города и соседних поселений для синергетического развития. Это отвечает и государственным приоритетам пространственного развития – в работах отечественных экономистов подчёркивается, что городские агломерации становятся «точками роста» регионов и требуют особого внимания государства [3].

ВВЕДЕНИЕ

Объект исследования - Большой Челябинск
Предмет исследования - Архитектурно-планировочная организация Большого Челябинска

Архитектурно-планировочная организация территории - это объемно-пространственная организация территории с учетом ее функциональных и социальных потребностей и художественной выразительности. (И. М. Смирнов)

Стратегическое планирование - деятельность участников стратегического планирования по целеполаганию, прогнозированию, планированию и программированию социально-экономического развития РФ



Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БОЛЬШОГО ЧЕЛЯБИНСКА

ПРИНЦИП ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ

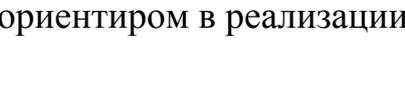
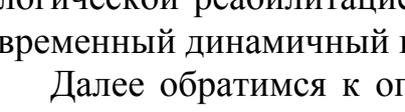
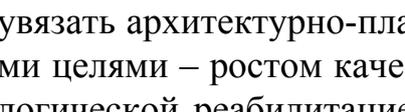
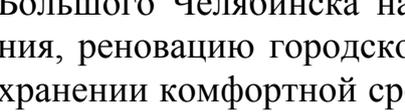
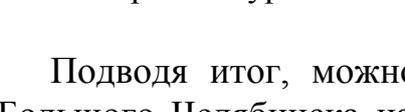
ВИДЕНИЕ
БОЛЬШОЙ ЧЕЛЯБИНСК - ЛИДЕР
НОВОИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
МИССИЯ

Большой Челябинск сегодня - это **новоиндустриальный лидер страны, который обеспечивает долгосрочное стратегическое развитие Российской Федерации, в том числе и в сфере национальной безопасности**

ЦЕЛИ

- 1) Большой Челябинск займет лидерскую позицию в качестве крупнейшего центра высокотехнологичной промышленности.
- 2) Создать условия для реализации жизненных устремлений и планов людей разных социальных групп

ПРИНЦИП ДОЛГОСРОЧНОГО И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ



СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Форма управления ресурсами, процессами и структурами организации, направленная на достижение целей и выполнение стратегии компании. Она включает в себя разработку и реализацию долгосрочных планов и тактик, создание конкурентных преимуществ, управление рисками и изменениями, а также построение эффективной системы управления и контроля.



ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Принцип построения территории с учетом предназначения и функций различных зон и объектов на ней. Функциональная организация территории определяет, какие виды деятельности будут осуществляться на определенных участках земли и какие объекты, сооружения и инфраструктура будут размещаться в определенных зонах.



КОМПОЗИЦИОННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Аспект, который относится к созданию примечательной и уникальной визуальной среды в городах. Художественная выразительность в градостроительстве включает в себя использование элементов дизайна, архитектуры, народного искусства и других художественных приемов для придания городскому пространству эстетического и культурного значения.

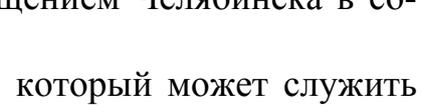
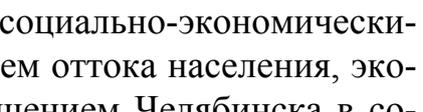
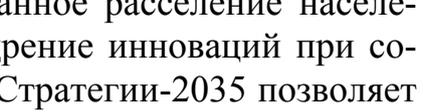
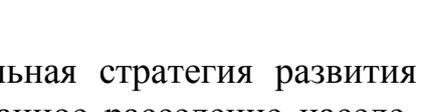
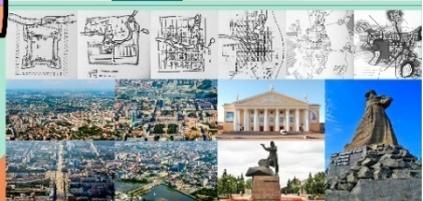


ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

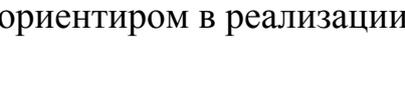
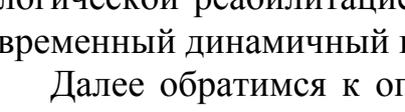
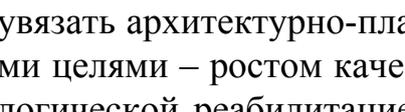
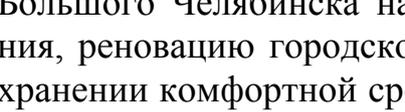
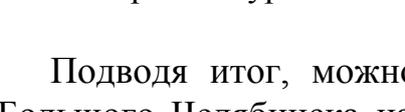
Принцип, который относится к защите и сохранению окружающей среды и ее ресурсов от разрушения и загрязнения. Экологическая безопасность включает в себя принятие мер и реализацию программ и проектов, направленных на минимизацию негативного воздействия на природу и создание условий для устойчивого развития.



ПРИНЦИП ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ГАРМОНИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕРРИТОРИЙ



ПРИНЦИП СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО КАРКАСА



Теоретическое обоснование концепции архитектурно-планировочной организации Большого Челябинска

Подводя итог, можно сказать, что официальная стратегия развития Большого Челябинска нацелена на сбалансированное расселение населения, реновацию городского пространства и внедрение инноваций при сохранении комфортной среды. Чёткая привязка к Стратегии-2035 позволяет увязать архитектурно-планировочные решения с социально-экономическими целями – ростом качества жизни, сдерживанием оттока населения, экологической реабилитацией территории и превращением Челябинска в современный динамичный город.

Далее обратимся к опыту зарубежных стран, который может служить ориентиром в реализации этих задач.

Зарубежный опыт градостроительной организации и системы расселения

Мировая практика накопила богатый опыт решения тех проблем, которые стоят сегодня перед Челябинском и другими крупными городами России. Рассмотрим три ключевых региона – Европу, Северную Америку (США) и Азию – в аспекте их подходов к архитектурно-планировочной организации городов и расселению населения [4].

Европа. Европейские страны традиционно стремятся к компактному и устойчивому развитию городов. Высокая плотность застройки, смешанное использование территорий (жилых, деловых, рекреационных) и опора на общественный транспорт – характерные черты большинства европейских городов. В послевоенные десятилетия правительства многих стран Европы предпринимали сознательные усилия по децентрализации крупнейших городов. Например, в Великобритании были построены «*новые города*» (New Towns) вокруг Лондона и Бирмингема, чтобы расселить часть жителей из перенаселённых столиц в планомерно создаваемые города-спутники с собственными рабочими местами и инфраструктурой. Во Франции реализовывалась похожая политика «*полюсов роста*» – создание новых центров урбанизации вне пределов Парижа. Эти меры частично аналогичны современной идее формирования субцентров в Большом Челябинске. Кроме того, повсеместно в Европе используются «*зелёные пояса*» – специальные зоны вокруг городов, где запрещено крупное строительство. Зелёный пояс, например, имеется вокруг Лондона, Берлина и других столиц. Он препятствует беспорядочному разрастанию пригородов и стимулирует уплотнение внутри города, сохраняя прилегающие сельские территории от урбанизации.

Жёсткое территориальное планирование и регулирование застройки – ещё одна особенность Европы. В большинстве стран ЕС градостроительная политика централизована или координируется на национальном уровне, что позволяет реализовать стратегию полицентрического развития на всей территории страны. В результате европейские мегаполисы, как правило, не образуют столь обширных пригородных «*спальных*» зон, как американские. Исследования показывают, что средняя плотность населения городских агломераций в Европе значительно выше, а зависимость от личного автомобиля ниже, чем в США. Так, в Германии или Нидерландах большинство жителей мегаполисов пользуются развитой сетью общественного транспорта и проживают в относительно плотной городской застройке. Это ведёт к более рациональному использованию территории и ресурсов: *городская инфраструктура* (дороги, инженерные сети) обслуживает компактные поселения, а не растянутые на десятки километров пригородные районы.

США. Урбанистическое развитие США во многом пошло по иному пути, чем европейское. В XX веке американские города пережили эпоху стремительной субурбанизации – массового выезда населения в пригороды.

Формирование так называемого *urbansprawl* («разбросанная урбанизация») привело к тому, что плотность населения агломераций США существенно ниже европейских. Города «развелись вширь»: большинство американцев стали жить в одно-двухэтажных предместьях, зависимых от автомобиля, вдали от исторических центров. Классическим примером является Лос-Анджелесская агломерация, раскинувшаяся на сотни километров [5]. Даже относительно медленный рост населения (например, в агломерации Чикаго население увеличилось всего на 4 % с 1970 по 1990 г.) сопровождался экспансией городской застройки на десятки процентов площади. **Разрозненное муниципальное планирование** и рыночные силы в отсутствие жёсткого контроля привели к тому, что американские мегаполисы стали очень децентрализованными и зависимыми от личного транспорта [6].

Однако с конца XX века в США наметился пересмотр таких тенденций. Возникло движение «*NewUrbanism*» (Новый урбанизм), призванное вернуть человеческий масштаб городам: создавать более плотные, пешеходные и смешанного использования кварталы даже в пригородах. Появились проекты реорганизации бывших промзон и доков в черте городов (например, реконструкция набережных Бостона или Сан-Франциско под общественные пространства и жильё) [7]. На государственном уровне стали популярны идеи «*smartgrowth*» – «умного роста», предполагающего ограничение и развитие общественного транспорта [8].

Обобщая зарубежный опыт, можно выделить несколько принципиальных подходов: **Полицентрическое развитие агломераций** – создание системы «город – города-спутники – пригородные поселения», связанных удобным транспортом. Это характерно для Европы и современной политики Китая. **Компактность и устойчивость** – противодействие беспорядочному расползанию городов, сохранение окружающих ландшафтов, уплотнение застройки при повышении её качества [9]. Евросоюз в своих документах (например, Европейская градостроительная хартия) прямо декларирует стремление к компактному городу, а не разреженному субурбанизированному пространству. **Интегрированное транспортно-градостроительное планирование** – развитие общественного транспорта (метро, скоростной трамвай, автобусы) одновременно с планированием жилых и рабочих зон, чтобы обеспечить связность [10]. **Жилищная политика в интересах большинства населения** – государство стимулирует строительство доступного жилья (соцжилья или при поддержке частных застройщиков) там, где рынок не справляется. В Европе это реализуется через различные программы (например, социальное жильё во Франции, «*councilhousing*» в Великобритании), а в Азии – через мегапроекты как в Сингапуре. **Благоустройство и качество среды** – в успешных городах мира власть уделяет внимание не только экономике, но и эстетике городской среды, развитию парков, пешеходных зон, общественных пространств. Этот «мягкий» аспект повышает привлекательность города для жителей и инвесторов, что признано и в стратегии Челябинска.

Библиографический список

1. Глазычев, В. Челябинская агломерация: потенциал развития / В. Глазычев, И. Стародубровская и др. – Челябинск: Ин-т экономики и права, 2008. – 278 с.
2. Стратегия социально-экономического развития города Челябинска на период до 2035 года (утв. решением Челяб. городской Думы от 25.05.2021 № 19/3). – Челябинск: Администрация города, 2021. – 116 с.
3. Солодовник, В.В. Город спутник в составе Челябинской агломерации: проблемы и потенциал / В.В. Солодовник // Академ. вестник УралНИИпроект RAASN. – 2014. – № 3. – С. 33–36.
4. Шмидт, А.В. Городские агломерации в региональном развитии: теоретические, методологические и прикладные аспекты / А.В. Шмидт, В.С. Антонюк, А. Франчини // Экономика региона. – 2016. – Т. 12, № 3. – С. 708–720.
5. Chu, Y.-W. China's new urbanization plan: progress and structural constraints / Y.-W. Chu // Cities. – 2020. – Vol. 103. – 102736. DOI: 10.1016/j.cities.2020.102736
6. Анимца, Е.Г. Контуры теории саморазвития городских агломераций / Е.Г. Анимца // Экономика региона. – 2012. – № 1. – С. 231–235.
7. Нецадин, А.А. Смена парадигмы стратегии регионального развития / А.А. Нецадин, Г.Л. Тульчинский // Актуальные проблемы развития городских агломераций в РФ: взгляд и позиция экспертов Союза рос. городов. – М.: Спутник+, 2014. – С. 34–41.
8. Antipova, A. Urban Environment: The Differences between the City in Europe and the United States / A. Antipova // Urban Environment, Travel Behavior, Health, and Resident Satisfaction / S. Ivanov (Eds.). – Cham: Palgrave Macmillan, 2018. – P. 35–57.
9. Amanda Goh. Take a look inside Singapore's public housing estates, where 80% of the resident population resides / Amanda Goh // Business Insider (US edition). – 26 Nov 2023.
10. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. 2018 Revision of World Urbanization Prospects. – UN DESA Population Division, 2018.

УДК 728.2:502

ПРИНЦИПЫ АКТИВНОЙ ЭКОЛОГИЧНОСТИ КАК ОСНОВА АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Н.В. Черепанов

Высотные сооружения, будучи сложными техногенными объектами, способны при правильном подходе стать экологически устойчивыми элементами городской среды.

В статье рассматривается актуальность экологического подхода к проектированию высотных общественных зданий в условиях глобальной урбанизации и изменения климата. Выделены и охарактери-

зованы основные принципы активной экологичности архитектуры. Реализация этих принципов позволяет минимизировать экологический след высотных зданий, повысить их энергоэффективность и комфорт, интегрировать природные элементы в архитектуру и обеспечить замкнутый цикл ресурсов.

Статья основана на анализе современных научных источников и опыта экологически ориентированного строительства, приводятся ссылки на российские и зарубежные исследования.

Ключевые слова: высотные здания, экологическая архитектура, устойчивое развитие, энергоэффективность, автономные здания, природно-техногенная структура, замкнутые ресурсные циклы.

Актуальность. В условиях глобального изменения климата и ускоренной урбанизации архитектура высотных зданий сталкивается с новыми вызовами устойчивого развития. Города концентрируют всё большее население и экономическую активность, что ведёт к росту числа высотных общественных сооружений. Одновременно возрастает интенсивность воздействия строительства и эксплуатации зданий на окружающую среду – от значительного потребления энергии и воды до выбросов парниковых газов и образования отходов.

За счёт нарастания в современном обществе экологического самосознания, создания и расширения экологического права тема экологического строительства набирает популярность и становится неотъемлемой частью архитектурной науки, активно выходя в авангард высотного строительства. Принципы активной экологичности в строительстве служат основой для формирования автономных и энергоэффективных зданий для гармоничного развития города как части окружающей среды.

1. Во второй половине XX в. человечество осознало, что техногенное развитие без учёта экологических последствий приводит к кризисным ситуациям. Знаковым событием, привлёкшим внимание общества к экологическим проблемам городов, стал Великий лондонский смог 1952 г., когда из-за сочетания неблагоприятных погодных условий и интенсивного сжигания угля в течение нескольких дней погибло около 12 тыс. человек [1]. Этот трагический пример продемонстрировал прямую взаимосвязь между архитектурно-градостроительными решениями, качеством окружающей среды и здоровьем людей, стимулировав развитие природоохранного законодательства и экологического сознания в урбанистике.

Уже в 1956 г. в Великобритании был принят Закон о чистом воздухе, а в последующие десятилетия аналогичные меры стали реализовываться и в других странах, включая СССР, где в 1960–1980-х гг. были внедрены природоохранные кодексы. К началу 1990-х годов международное сообщество выработало концепцию устойчивого развития, основанную на балансе экологических, социальных и экономических факторов развития. Так, на Саммите Земли в Рио-де-Жанейро (Конференция ООН по окру-

жающей среде, 1992 г.) принципы устойчивого развития получили глобальное признание и были закреплены в международных соглашениях, остающихся основой экологического взаимодействия стран до настоящего времени [2].

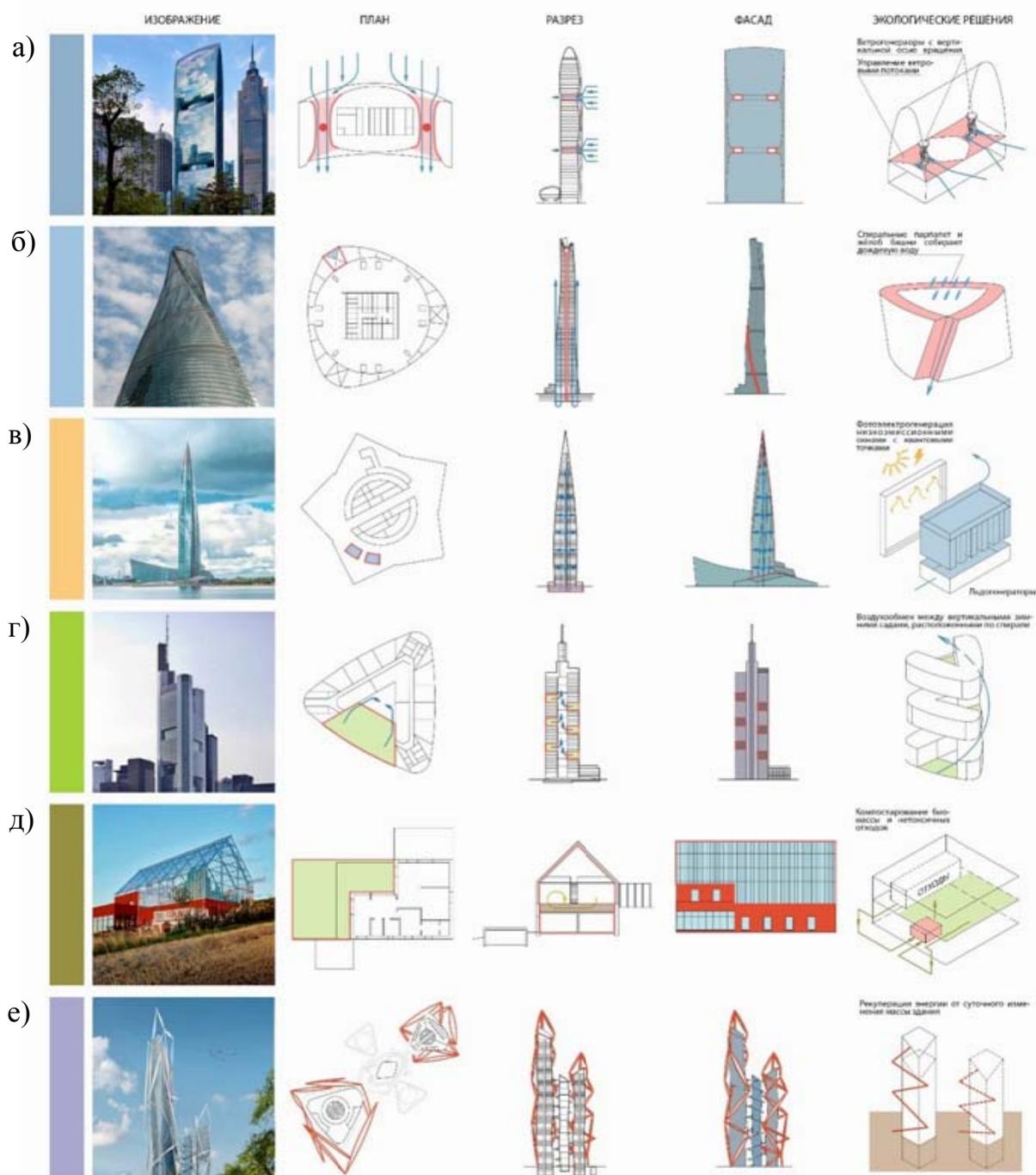
На рубеже XX–XXI вв. появились первые международные стандарты «зелёного» строительства, устанавливающие критерии экологичности и энергоэффективности зданий. К ним относятся британская система BREEAM (1990 г.) и американская LEED (с начала 2000-х гг.), регламентирующие широкий спектр требований – от экономии энергии и воды до экологии материалов и качества внутренней среды. В России для адаптации этих идей к национальным условиям была разработана система оценки экологичности зданий GREENZOOM. Появление таких стандартов отражает растущий приоритет экологического подхода в архитектурно-строительной отрасли.

Экологическая архитектура стала рассматриваться как перспективное направление, обеспечивающее снижение негативного влияния строительства на природу и здоровье человека, и одновременно повышающее качество самой архитектурной среды. В частности, в архитектурной науке оформилось представление об активной экологичности зданий – интегральном подходе, предполагающем активное участие архитектуры в поддержании экологического равновесия [3]. Принципы активной экологичности становятся ключевыми в проектировании современных высотных зданий, обеспечивая их гармоничную интеграцию в окружающую среду и соответствие целям устойчивого развития (см. рисунок). Ниже подробно рассматриваются основные из этих принципов.

2. Принцип снижения отрицательного воздействия на окружающую среду заключается в минимизации интенсивности отрицательного воздействия на окружающую среду средствами архитектуры. Эта установка созвучна главной цели экологического регулирования вообще – экологическое право разных стран провозглашает своей сверхзадачей максимально возможное снижение, а в идеале и полное устранение ущерба природе от человеческой деятельности. Соответственно, архитектура высотных общественных зданий должна стремиться к тому, чтобы сам факт появления и эксплуатации здания не наносил непоправимого вреда окружающей среде. Реализация данного принципа многогранна и включает как прямое уменьшение негативных воздействий, так и косвенные меры по сокращению ресурсопотребления.

Прямое снижение экологического вреда достигается за счёт выбора экологически чистых и возобновляемых материалов и минимального вмешательства в экосистему участка при строительстве. Предпочтение отдается материалам с низким углеродным следом и возможностью вторичной переработки, а также локальным продуктам, чтобы сократить транспортные издержки и связанные с ними выбросы. Кроме того, архитектурно-планировочные решения могут уменьшить прямое воздействие на приро-

ду: например, компактная застройка экономит земельные ресурсы, сохраняя больше природных территорий. Высотные здания, будучи элементом компактного города, способны сократить расплывание урбанизированных площадей и сохранить зелёные зоны, что вносит вклад в сохранение биосферы. Современные экологичные небоскрёбы, интегрированные в структуру компактных городов, позволяют оптимизировать землепользование и снизить суммарную нагрузку на окружение.



Примеры экологических зданий из мировой практики, разделённые по 6 подходам:
 а – ветрогенерация; б – водосбережение; в – фото-термоаккумуляция;
 г – вертикальные сады; д – компостирование; е – рекуперация

Например, применение двойных фасадов и высокоэффективного остекления снижает теплопотери зимой и перегрев летом, что уменьшает нагрузку на системы отопления и кондиционирования. Инженерные решения дополняют архитектурные: устанавливаются энергоэффективные осветительные приборы, лифтовое оборудование с рекуперацией энергии при торможении, интеллектуальные системы управления климатом, оптимизирующие расход энергии. Сокращение энергопотребления прямо ведёт к снижению выбросов парниковых газов, если электроэнергия поступает от традиционных источников, либо позволяет уменьшить необходимую мощность автономных систем (при собственном энергообеспечении здания).

Следует подчеркнуть, что данный принцип лежит в основе всех остальных аспектов активной экологичности и тесно связан с ними. В частности, такие меры как повышение автономности здания или замкнутости циклов – это, по сути, стратегии, направленные на снижение опосредованного экологического воздействия через ресурсосбережение и оптимизацию систем. Таким образом, принцип минимизации вреда окружающей среде пронизывает весь процесс экологического проектирования высотного здания и служит целевой установкой, на которую работают остальные принципы.

3. Принцип автономизации здания с ресурсосберегающими технологиями заключается в максимально возможном обеспечении жизнедеятельности здания за счёт собственных систем с применением ресурсосберегающих технологий. Под автономностью понимается способность здания самостоятельно удовлетворять свою потребность в энергоресурсах, воде, тепле и даже частично в продовольствии, минимально используя внешние коммунальные сети или вовсе не подключаясь к ним. Для высоких общественных зданий достижение полной автономии – сложная задача, однако современные технологии позволяют существенно повысить независимость таких объектов от городских инфраструктурных систем.

Энергообеспечение – главный аспект автономности. Высотное здание может генерировать собственную электроэнергию и тепло из возобновляемых источников, интегрированных прямо в архитектуру. Например, установка ветрогенераторов на верхних этажах или крыше небоскрёба использует силу ветра на высоте: такой подход реализован в ряде проектов, в том числе в экспериментальных эко-небоскрёбах Китая и Европы. Так, известный проект Pearl River Tower в Гуанчжоу (Китай) спроектирован с встроенными ветротурбинами в промежутках фасада, чтобы генерировать электроэнергию от потоков ветра [4]. Другой пример – Bahrain World Trade Center (Манама, Бахрейн), где три крупных ветроколеса между башнями вырабатывают до 15 % необходимой энергии здания.

Помимо ветра, повсеместно внедряется солнечная энергетика: практически вся поверхность небоскрёба может стать генератором электричества.

Инновационные технологии позволяют интегрировать солнечные панели даже на остеклённых фасадах без ущерба для прозрачности. К примеру, применение люминесцентных солнечных концентраторов (ЛСК) на основе квантовых точек даёт возможность превратить обычные окна в скрытые фотопанели – такие ЛСК поглощают солнечную энергию и направляют её к узким фотопреобразующим элементам [5].

Подобные решения демонстрируют, как архитектурная форма (в данном случае – светопрозрачная оболочка здания) активно участвует в выработке чистой энергии. В сочетании с традиционными кремниевыми солнечными батареями на освещённых частях фасада и крыш, а также солнечными водонагревателями, это позволяет покрыть значительную часть потребностей небоскрёба в электричестве и горячей воде.

Принцип автономизации тесно связан с предыдущим: повышение независимости здания от внешних сетей обычно достигается именно за счёт внедрения возобновляемых источников и ресурсосберегающих технологий, что одновременно уменьшает нагрузку на окружающую среду. В контексте изменения климата и возможных сбоях в инфраструктуре (энергетических кризисов, засух и др.) такая стратегия особенно актуальна для критически важных общественных объектов.

4. Принцип экологизации архитектурного пространства (природно-техногенные структуры) можно определить как экологизацию архитектурного пространства высотного здания, достигаемую через интеграцию природных компонентов в структуру здания и формирование сбалансированных природно-техногенных структур (ПТС). Под ПТС в данном контексте понимается единая система, в которой элементы живой природы (растительность, вода, почвогрунт и др.) встроены в архитектурно-конструктивную ткань здания и функционируют во взаимосвязи с техническими системами. Целью такого симбиоза является приближение условий внутри и вокруг высотного здания к естественным, создание искусственной экосистемы, улучшающей среду обитания человека и выполняющей экологические функции [6, 7]. Иными словами, здание перестаёт быть чужеродным техногенным телом, а становится частью природно-городского комплекса.

На практике принцип экологизации архитектурного пространства реализуется через несколько ключевых подходов. Во-первых, это озеленение здания на разных уровнях: от придомовой территории до фасадов и кровли. Вокруг современных высотных комплексов создают благоустроенные зелёные зоны, скверы на стилобатах, эксплуатируемые зелёные крыши. Однако особенно эффектный приём – это вертикальное озеленение, превращение самого небоскрёба в подобие «вертикального сада». Это не только декоративный элемент: растения на фасадах улучшают микроклимат, обеспечивая тень и испарительное охлаждение, снижают эффект городского теплового острова и частично фильтруют городской воздух от пыли и CO₂.

Примером может служить небоскрёб Commerzbank Tower во Франкфурте (Германия), спроектированный Норманом Фостером: в нём ещё в 1990-х годах были устроены многоэтажные атриумы-сады, открытые на внешние стены, что позволило естественно освещать и вентилировать офисные пространства на значительной высоте. Этот проект показал, что даже небоскрёб офисного центра может содержать большие воздушные сады для сотрудников, уменьшая потребность в искусственном освещении и кондиционировании [8]. С тех пор концепция «зелёного небоскрёба» стала развиваться по всему миру: от небоскрёбов с садами и парками на террасах (например, интегрированные парки в многофункциональных башнях Сингапура) до биофасадов, полностью покрытых растительностью.

В результате применения принципа экологизации пространство высотного здания превращается в более гармоничное и сбалансированное. Здание начинает выполнять некоторые функции природной среды – улучшать микроклимат, поддерживать круговорот веществ (через почву и растения), служить средой обитания для живых организмов (например, насекомых, птиц на зелёных участках). Формируется сбалансированная природно-техногенная структура, в которой технические системы (конструкции, инженерия) и природные элементы дополняют друг друга, создавая устойчивую экологическую систему здания, повышая его экологическую ценность.

5. Принцип оптимизации структуры здания на основе замкнутых техногенных циклов направлен на создание в здании таких систем, которые функционируют по циклическому принципу, подобно естественным экосистемам, где отходы одного процесса становятся ресурсом для другого. В применении к высотному общественному зданию этот принцип означает, что все основные ресурсообменные процессы (подача и потребление энергии, воды, материалов, утилизация отходов) стремятся к максимальной замкнутости, то есть повторному использованию внутри системы здания, цель чего – минимизировать обмен с внешней средой: снизить приток извне новых ресурсов и сокращать вывод за пределы здания отходов и загрязнений.

Современные инженерные комплексы небоскрёбов обязательно включают системы рекуперации тепла вентиляционного воздуха: тёплый отработанный воздух от помещений проходит через теплообменники, отдавая энергию свежему приточному воздуху, благодаря чему снижается потеря тепла зимой и холода летом [4, 9, 10]. Аналогично, утилизация тепла сточных вод может давать дополнительную энергию – тёплая вода из душей или производственных процессов через теплообменник нагревает поступающую чистую воду. Тем самым, энергия, которая в обычном здании безвозвратно выбрасывается наружу, возвращается обратно в цикл.

Для водного хозяйства замкнутые циклы означают, что вода используется многократно. Как упоминалось ранее, сточные воды после очистки могут возвращаться в технологический оборот здания. Например, так на-

зывается «серая вода» после фильтрации и дезинфекции используется повторно для технических нужд (уборка, полив, туалеты). Организуется круговорот дождевой воды: она собирается, расходуется, затем естественно испаряется с фонтанов и прудов, увлажняя микроклимат, и вновь выпадает осадками.

Важно отметить, что замкнутость циклов тесно связана с автономностью: действительно автономное здание вынуждено быть замкнутым, иначе оно быстро исчерпает доступные внутри ресурсы или утонет в отходах. Поэтому принцип автономизации во многом базируется на замкнутых циклах – особенно в энергетике и водоснабжении. Замкнутая система экологичности позволяет максимально эффективно использовать ресурсы и минимизировать отходы, что является ключевым элементом концепции «экоздания».

Оптимизация структуры небоскрёба на основе замкнутых циклов требует системного проектного подхода. Архитектор и инженер должны совместно планировать здания как единый организм с «метаболизмом», в котором входящие и исходящие потоки сбалансированы. Такой подход восходит к представлениям об урбанистическом метаболизме, появившимся ещё в 1960–70-х гг., но сейчас благодаря технологическому прогрессу он может воплощаться на уровне отдельного здания [11].

Заключение. Анализ основных принципов архитектурной экологичности применительно к высотным общественным зданиям показывает, что их комплексная реализация способна существенно повысить устойчивость таких объектов и снизить их отрицательное воздействие на природу. Активная экологичность предполагает, что само здание активно участвует в поддержании экологического баланса, а не выступает лишь потребителем ресурсов. Принцип снижения негативного воздействия задаёт стратегическую цель – минимизировать ущерб для окружающей среды. Принцип автономизации вооружает высотное здание собственными источниками энергии и системами жизнеобеспечения, уменьшая зависимость от внешних ресурсов. Принцип экологизации архитектурного пространства интегрирует природу в здание, превращая его в гармоничный элемент экосистемы города. Наконец, принцип замкнутых циклов оптимизирует внутренние процессы здания по аналогии с природными, добиваясь эффективного использования ресурсов и отсутствия отходов.

Таким образом, экологическое проектирование высотных общественных зданий – это ответ современного зодчества на вызовы урбанизации и климатического кризиса. Принципы активной экологичности формируют основу для архитектуры будущего, где небоскрёбы не угрожают окружающей среде, а напротив, взаимодействуют с ней в унисон. Такое устойчивое развитие архитектуры обеспечит сохранение природных ресурсов для будущих поколений и повышение качества городской среды уже сегодня.

Библиографический список

1. The Guardian. Great Smog of 1952: Air pollution disaster in London. – <https://www.theguardian.com/uk/2002/nov/24/greenpolitics.waste> (дата обращения: 07.11.2024).
2. Авдеева, Т.Г. Конференция ООН по устойчивому развитию «Рио+20»: год спустя / Т.Г. Авдеева // Биосфера. – 2013. – № 2. – С. 237–245.
3. Шабиев, С.Г. Экологичность как критерий оценки качества объектов современной архитектуры / С.Г. Шабиев // Наука ЮУрГУ: материалы 70-й науч. конф. Секция соц.-гуманитар. наук. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2018. – С. 12–16.
4. Баранина, А.А. Эко-проект Pearl River Tower / А.А. Баранина // Academy. – 2020. – № 1. – С. 83–86.
5. Корягина, Е.Л. Полимерные оптические материалы для люминесцентных солнечных концентраторов / Е.Л. Корягина // Вестник Казан. гос. энергетич. ун-та. – 2012. – № 1. – С. 18–23.
6. Саркисов, О.Р. Экологическое право: учеб. пособие / О.Р. Саркисов, Е.Л. Любарский. – Казань: Центр инновац. технологий, 2014. – 335 с.
7. Этенко, В.П. Экологические проблемы высотных зданий / В.П. Этенко // Жилищное строительство. – 2015. – № 12. – С. 41–44.
8. Mahmudova, M.T. NormanFoster – лидер современной архитектуры XX–XXI вв. / М.Т. Mahmudova // Экономика и социум. – 2021. – № 10. – С. 876–886.
9. Roaf, S. Ecohouse: A Design Guide / S. Roaf, M. Fuentes, S. Thomas. – 3-е изд. – Oxford: Architectural Press (Elsevier), 2007. – 480 p.
10. Wines, J. Green Architecture / J. Wines. – Köln: Taschen, 2000. – 240 p.
11. Халиуллин, А.Р. Эко-устойчивая архитектура как симбиоз энергоэффективного и адаптируемого строительства / А.Р. Халиуллин // Изв. КазГАСУ. – 2013. – № 1. – С. 61–69.

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭЛЕКТРОНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

УДК 004.93'12

РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ НА БАЗЕ ПЛИС

А.В. Портнов

Статья посвящена решению задачи нейросетевой обработки видеоинформации в автономных системах на базе ПЛИС. В исследовании применяется подход к анализу, базирующийся на двухэтапной обработке. На первом этапе используются классические методы выделения контуров объектов, что позволяет сократить объем данных, подаваемых на нейронную сеть. Второй этап направлен на классификацию и распознавание объектов с помощью нейросетевых алгоритмов (с использованием сверточной нейронной сети с квантованными коэффициентами). Благодаря предварительной фильтрации нагрузка на нейронную сеть значительно снижается. Рассмотрены аспекты аппаратной реализации нейросетей на ПЛИС и предложена схема организации вычислений.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное зрение, ПЛИС, обработка информации.

Актуальность. Развитие автономных систем обработки видеоинформации связано с их применением в беспилотных транспортных средствах, системах видеонаблюдения и т. д. Однако такие устройства сталкиваются с ограничениями по вычислительным ресурсам и энергопотреблению. Современные методы обработки, такие как нейронные сети, показывают высокую эффективность, но требуют больших вычислительных мощностей. Это затрудняет их применение в автономных системах.

Решением проблемы может стать двухэтапная обработка данных. На первом этапе входные данные упрощаются с помощью классических методов (пространственная фильтрация). На втором применяются нейронные сети для обнаружения, классификации, определения параметров объекта и т. д. Это снижает вычислительную нагрузку и позволяет использовать доступные ПЛИС средней емкости.

1. Предварительная обработка. Этап предварительной обработки видеоинформации (выделение контуров, фильтрация и т. п.) позволяет значительно сократить объем данных, подлежащих дальнейшему анализу. Это актуально для автономных систем, работающих в реальном времени, где имеются ограничения по энергопотреблению и скорости обработки поступающей информации.

Первичная обработка может быть основана на классических методах выделения признаков объекта (границ, формы). Чаще всего для обнаружения границ объектов используются методы, основанные на пространственной фильтрации [1, 2]. Они могут применяться как для неподвижных, так и для движущихся объектов, где дополнительно используется метод сравнения соседних кадров. Анализ последовательности кадров позволяет снизить количество детектированных ложных границ и дает возможность определить вектор перемещения объектов, что необходимо для оценки направления и скорости движения.

Наибольшее распространение получили методы пространственной фильтрации на основе операторов Робертса, Прюитта, Собеля и др. [1, 3, 4]. Их основные различия заключаются в точности детектирования границ и вычислительной нагрузке. Например, оператор Прюитта с простыми коэффициентами обеспечивает низкую вычислительную нагрузку, но обладает меньшей точностью. В то же время оператор Собеля, использующий веса кратные степеням двойки, сочетает баланс между скоростью и качеством работы.

Современные подходы объединяют классические методы с нейросетевыми технологиями. улучшает точность работы систем в сложных условиях, но требует значительных вычислительных ресурсов, вследствие чего увеличивается время обработки. В автономных системах реального времени необходимо соблюдать баланс между производительностью и объемом затрачиваемых ресурсов.

В результате предварительной обработке объем информации значительно сокращается, что уменьшает вычислительную нагрузку на этапе вторичной обработки (обработка с помощью сверточных нейронных сетей).

2. Сверточная нейронная сеть. Сверточные нейронные сети (СНС) являются разновидностью сетей прямого распространения, которые в основном применяются при анализе изображений, распознавании и классификации образов.

В среде MATLAB проведен синтез, обучение и тестирование СНС для классификации изображений. В эксперименте участвовало пять классов (геометрические фигуры). Все изображения предварительно преобразовывались в градации серого с сохранением исходных размеров (28×28 пикселей).

Архитектура нейронной сети включает последовательность из трех блоков, каждый из которых состоит из сверточного слоя, слоя нормализации, функции активации и слоя подвыборки. На рис. 1 представлена структурная схема нейронной сети.

Слои свертки применяет обучаемые фильтры к небольшим пространственным областям входного изображения (ядра размером 3×3). Выходные данные каждого фильтра называются картой признаков. В ходе этого процесса извлекаются наиболее важные особенности входного изображения. Выходные карты признаков пропускаются через функцию нелинейной ак-

тивации (ReLU) [5, 6]. Далее применяется слой децимации, основная задача которого – снизить вычислительную сложность сети и обобщить модель для достижения хорошей производительности. Перед выходным слоем располагается полносвязный слой, который связывает все извлеченные признаки вместе и преобразует их во входную выборку.

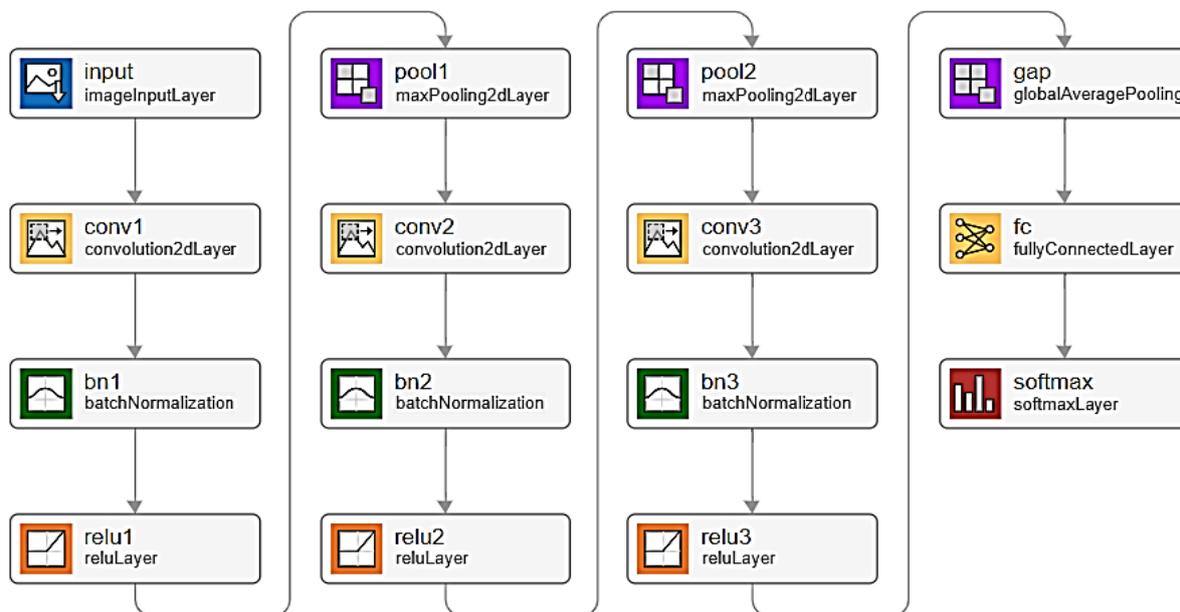


Рис. 1. Структурная схема сверточной нейронной сети

Тестирование нейронной сети проводилось на тестовой выборке, не участвующей в процессе обучения (рис. 2).

Матрица ошибок (выделенные контура (метод Собеля))

	arrow	circle	rect	square	triangle
arrow	390	4	37	5	14
circle	3	431	3	9	4
rect	24	10	411	2	3
square	1	23	1	415	10
triangle	6	11	5	9	419
	arrow	circle	rect	square	triangle

Predicted Class

Рис. 2. Матрица ошибок классификации нейронной сети

Точность классификации сети, обученной на данных, прошедших предварительную обработку, составила 91 %. В случае отсутствия первичной обработки, точность классификации составляет 94 %.

Для уменьшения объема памяти, необходимой для хранения весовых коэффициентов, а также уменьшения арифметических операций применяется метод квантования весовых коэффициентов [6]. Он заключается в преобразовании типов данных в целочисленный формат. Однако квантование приводит к снижению точности модели. При 4-битном квантовании, сети, обученные на изображениях, прошедших первичную обработку, показывают точность 59 %. Нейронная сеть, обученная на исходных изображениях, при этом показывает точность 20 %. При уровне квантования 8 бит точности классификации различаются незначительно.

3. Особенности реализации сверточной нейронной сети на ПЛИС. В настоящее время существуют программные решения для реализации нейронных сетей в системах на базе микропроцессоров и микроконтроллеров [7, 8]. Но они не могут обеспечить необходимую производительность для обработки потока видеoinформации в реальном времени, так как все вычисления выполняются последовательно.

Альтернативным подходом рассматривается применение программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Такое решение является более производительным за счет параллельной обработки.

В качестве базовой единицы вычислений принимается отдельный нейрон, структура которого аналогична цифровому фильтру с конечной импульсной характеристикой (КИХ), дополненному нелинейной функцией активации на выходе. Современные ПЛИС оснащены аппаратными блоками цифровой обработки сигналов (DSP), оптимизированными для реализации КИХ-фильтров. Количество таких блоков напрямую определяет потенциал параллельных вычислений.

Функция активации нейронов может быть реализована с использованием встроенной памяти ПЛИС (хранение в табличном виде). Память также необходима для хранения параметров обученной сети.

Ограничения аппаратных возможностей ПЛИС требуют учета специфики проектирования нейронных сетей. Использование аппаратных умножителей накладывает ограничения на разрядность весовых коэффициентов. Ограниченное количество DSP-блоков и объема памяти определяет выбор между полностью параллельной архитектурой (при небольшом числе слоев) и итерационной схемой вычислений. Количество итераций при этом зависит от количества слоев нейронной сети. Предлагаемая структурная схема вычислений в ПЛИС представлена на рис. 3.

В таблице приведены ресурсы, необходимые для синтеза СНС на ПЛИС. Для исследования взята архитектура СНС, изображенная на рис. 1, из которой исключены блоки нормализации. Сеть настроена для классификации цифр (10 классов), размер входных изображений составляет 28×28 пикселей.

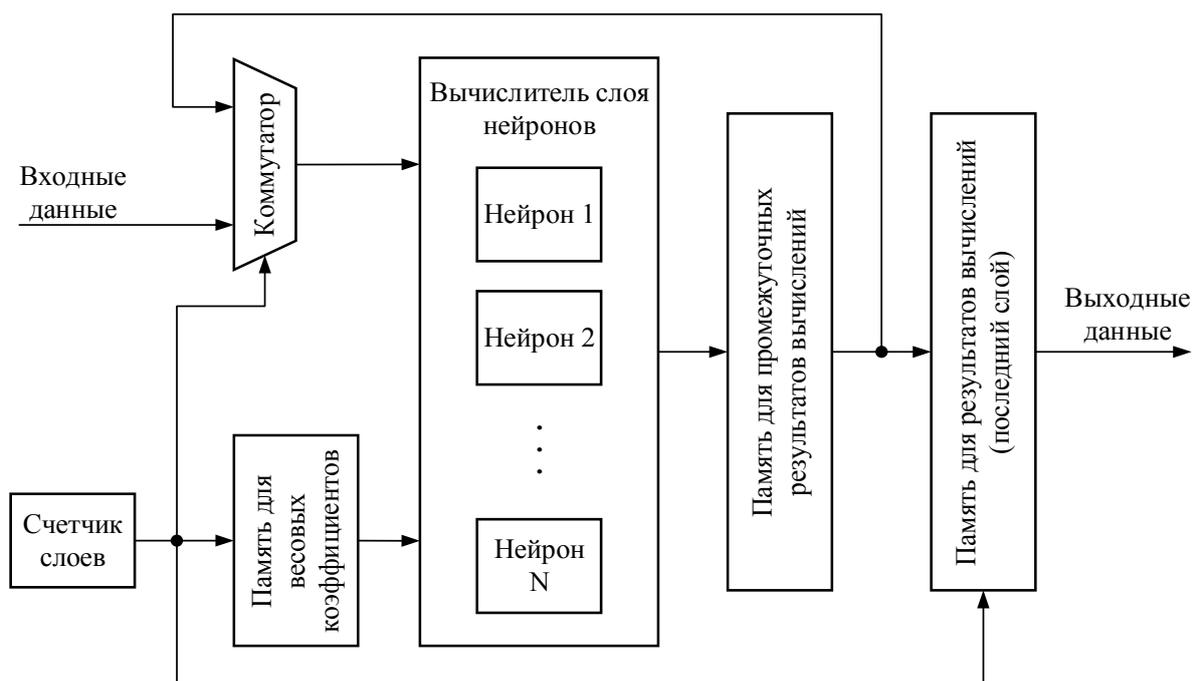


Рис. 3. Структурная схема нейронной сети для реализации на ПЛИС

Требуемые ресурсы ПЛИС

Весовые коэффициенты, бит	Ресурсы			
	Logic utilization	Total registers	Total block memory, bits	Total DSP Block
16	3365	3351	927184	59
14	3017	2969	811286	59
12	2728	2608	695388	59
10	2444	2225	579490	59
8	2217	1858	463592	59

При уменьшении разрядности весовых коэффициентов объем блочной памяти и количество задействованных регистров значительно сокращается. Таким образом, при уменьшении разрядности вдвое, объем требуемой памяти снизился на 50 %, а количество регистров – на 55 %.

Заключение. Предварительная обработка позволяет сократить объем данных за счет выделения ключевых признаков объектов, что упрощает последующий анализ с помощью СНС. Эксперименты показали, что использование предварительно обработанных данных снижает точность классификации на 2–3 %, что является приемлемым для практического применения. Но при этом значительно уменьшаются требования к памяти и ресурсам, особенно при квантовании весовых коэффициентов до 6–8 бит.

Реализация СНС на ПЛИС позволяет обрабатывать входные данные в режиме реального времени. Снижение разрядности весовых коэффициентов до 8 бит в рассмотренном случае уменьшает потребление ресурсов ПЛИС на 50–55 %.

Библиографический список

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Техно-сфера, 2012. – 1104 с.
2. Особенности применения алгоритма определения границ объектов на изображениях при использовании градиентных методов / А.В. Портнов, С.Н. Даровских, А.Н. Николаев, А.Р. Николаева // Вестник УрФО. Безопасность в информ. сфере. – 2024. – № 4 (54). – С. 5–14. DOI: 10.14529/secur240401
3. Umbaugh, S. Computer Imaging: Digital Image Analysis and Pro-cessing / S. Umbaugh // CRC Press. – Technology & Engineering, 2005. – 688 p.
4. Pratt, W.K. Digital image processing / W.K. Pratt. – University of North Carolina, New York, USA: NY Wiley, 1978.
5. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ. / С. Хайкин. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Warden P., Situnayake D. TinyML. Machine Learning with Tensorflow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North., 2019. – 484 p.
7. TF-Net: De-ploying Sub-Byte Deep Neural Networks on Microcontrollers / Y. Jiecao, L. Andrew, D. Reetuparna, S. Mahlke // ACM Trans. Embed. Comput. Syst. – 2019. – Vol. 18 (5s). – P. 1–21. DOI: 10.1145/3358189
8. Quantization and Deployment of Deep Neural Networks on Mi-crocontrollers / P.-E. Novac, G. Boukli, A. Pegatoquet et al. // Sensors. – 2021. – Vol. 21 (9). – 2984. DOI: 10.3390/s21092984

УДК 004.8 + 004.912 + 004.032.26

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ: ОТ ТРАДИЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ТРАНСФОРМЕРАМ

В.С. Серова

Классификация текстовых данных является одной из ключевых задач обработки естественного языка (NLP), находящей применение в автоматической категоризации документов, анализе обращений граждан, фильтрации спама и других областях. В статье рассматривается эволюция методов текстовой классификации: от традиционных подходов (наивный Байес, SVM, логистическая регрессия, k-NN) до современных нейросетевых архитектур (CNN, RNN, LSTM) и трансформеров (BERT, XLNet). Проведен анализ их преимуществ, недостатков и областей применения. Особое внимание уделено механизмам внимания в трансформерах, обеспечивающим высокую точность обработки контекстно-зависимых текстов. Также обсуждаются перспективы развития методов клас-

сификации, включая создание компактных и энергоэффективных моделей для устройств с ограниченными ресурсами.

Ключевые слова: классификация текстов, обработка естественного языка (NLP), машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, трансформеры.

Классификация текстовых данных представляет собой одну из фундаментальных и наиболее востребованных задач в современной области обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Область применения методов классификации текстов чрезвычайно широка и охватывает разнообразные сферы деятельности, включая автоматическую категоризацию документов в библиотеках и архивах, обращений граждан при рассмотрении их соответствующими ведомствами, а также многие другие прикладные задачи. Благодаря бурному развитию информационных технологий и непрерывному увеличению объемов доступных текстовых данных, методы классификации текстов за последние 10 лет претерпели существенную эволюцию, пройдя путь от относительно простых статистических подходов, основанных на частотном анализе слов, до сложных и высокопроизводительных нейронных сетей, а также передовых архитектур на основе трансформеров, демонстрирующих хорошие результаты в решении задач NLP. В данной статье рассмотрим эволюцию методов классификации текстовых данных, начиная с наиболее традиционных и проверенных временем подходов, и заканчивая современными архитектурами, использующими мощные механизмы внимания на основе трансформеров, проанализируем их преимущества, недостатки и особенности применения.

Рассмотрим подробнее традиционные методы классификации текстовых данных, формированию и развитию которых внесли существенный вклад многие видные российские и зарубежные ученые и исследователи [1–3]. Эти методы, несмотря на появление более современных подходов, по-прежнему сохраняют свою актуальность и востребованность в различных прикладных задачах, особенно в случаях, когда требуется высокая скорость обработки данных или ограничены вычислительные ресурсы. К числу наиболее известных и широко используемых традиционных методов относятся:

1. Наивный байесовский классификатор (Naive Bayes) основан на применении теоремы Байеса с допущением о наивной независимости признаков (слов) в тексте. Несмотря на простоту, он демонстрирует хорошие результаты в задачах классификации спама, категоризации новостей и анализе тональности [1–3].

2. Метод опорных векторов (Support Vector Machines, SVM) представляет собой мощный метод классификации, основанный на построении оптимальной гиперплоскости, разделяющей классы данных. Он эффективен

в задачах классификации текстов с высокой размерностью признакового пространства и может использоваться как с линейными, так и с нелинейными ядрами [3].

3. Логистическая регрессия (Logistic Regression), несмотря на название, является методом классификации, а не регрессионного анализа. В основе этого подхода лежит использование логистической функции (сигмоиды) для оценки вероятности отнесения текста к тому или иному классу. Благодаря простоте реализации, высокой интерпретируемости результатов и эффективности в задачах бинарной классификации, данный метод получил широкое распространение в обработке текстовых данных [1].

4. Метод k-ближайших соседей (k-Nearest Neighbors, k-NN) – это простой и интуитивно понятный метод классификации, основанный на принципе близости. Для классификации нового текста алгоритм находит k ближайших соседей в обучающем наборе данных и присваивает тексту класс, который наиболее часто встречается среди его соседей [3].

Традиционные методы классификации текстовых данных, несмотря на свою простоту и скорость, имеют ряд ограничений, которые существенно влияют на их эффективность в современных задачах. В частности, они не учитывают семантические связи между словами, полагаясь на частотный анализ и поверхностные признаки, требуют значительных усилий по ручному подбору и оптимизации признаков, плохо справляются с большими объемами данных и зачастую показывают невысокую точность классификации текстовых данных.

Рассмотрим современные методы классификации, основанные на глубоком обучении, и сравним их с традиционными подходами. С развитием глубокого обучения нейронные сети стали активно применяться для классификации текстов. Они позволяют автоматически извлекать признаки и учитывать сложные зависимости в данных. Рассмотрим следующие методы:

1. Сверточные нейронные сети (CNN).

CNN изначально разрабатывались для обработки изображений, но успешно адаптированы для работы с текстами. Они используют сверточные слои для извлечения локальных признаков (например, n-грамм) и pooling-слои для уменьшения размерности [4].

2. Рекуррентные нейронные сети (RNN).

RNN предназначены для работы с последовательностями данных. Они учитывают контекст слов, что особенно полезно для задач классификации, где порядок слов имеет значение. Разновидности RNN, такие как LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Unit), позволяют эффективно работать с длинными последовательностями.

Нейронные сети обладают следующими преимуществами по сравнению с традиционными методами:

- автоматическое извлечение признаков из входных данных, что избавляет от необходимости вручную подбирать и настраивать эти признаки;
- учет контекста и семантики текста, что улучшает качество анализа;
- высокая точность на больших объемах данных.

Однако нейронные сети имеют и ряд ограничений:

- требование больших объемов данных для обучения для достижения высокой точности, что может быть затруднительно при отсутствии достаточного количества данных;
- высокая вычислительная сложность требует значительных вычислительных ресурсов, что может замедлить процесс разработки и эксплуатации моделей.

Исследование, результаты которого представлены в работе [5], позволило автору сформулировать следующие рекомендации по повышению точности нейросетевых методов обработки текста:

1. Обработка текста нейронными сетями рассматривается как задача многоклассовой классификации, для решения которой эффективно применение сверточных нейронных сетей (CNN).

2. Перед обработкой текста нейронной сетью необходимо преобразовать его в векторное представление.

3. Для повышения точности рекомендуется учитывать не только отдельные слова, но и группы последовательно идущих слов (n-граммы).

В области автоматической классификации текстовых данных трансформеры стали революцией в области NLP. Они основаны на механизме внимания (attention mechanism), который позволяет модели учитывать зависимости между всеми словами в тексте, независимо от их расстояния друг от друга. Transformer – это популярный механизм, используемый для изучения контекстуальных отношений между словами в тексте с помощью искусственного интеллекта [6].

Архитектура трансформеров состоит из следующих компонентов:

- механизм внимания вычисляет веса для каждого слова в тексте, что позволяет модели фокусироваться на важных частях текста;
- позиционное кодирование учитывает порядок слов в тексте;
- многослойные энкодеры и декодеры позволяют модели извлекать иерархические признаки.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) является одной из самых популярных моделей на основе трансформеров. Его ключевые особенности:

- двунаправленное обучение: модель учитывает контекст как слева, так и справа от слова;
- предобучение на больших корпусах текстов;
- легкая адаптация к конкретным задачам (fine-tuning);

– необходимость осуществления тонкой настройки моделей BERT для получения точных результатов в узких сферах применения обработки естественного языка [7].

Результаты исследования, представленные в работе [8] подтвердили, что специализированные лингвистические модели, обученные для конкретной задачи, повышают точность классификации по сравнению с моделью общего назначения, особенно при дообучении глубоких слоёв трансформера и оптимизации пороговых значений, тогда как изменения в структуре модели оказывают меньшее влияние.

XLNet – это альтернатива BERT, предложенная Google Brain, который вместо маскирования токенов использует пермутацию для сохранения контекста. Это одна из современных архитектур нейронных сетей, основанных на трансформере, которая была разработана для улучшения представления языковой модели по сравнению с предшественниками, такими как BERT. Она сочетает в себе идеи автоэнкодера (autoencoder) и автокодировщика (autoregressive model), предлагая инновационный подход к обучению языковых моделей.

Трансформеры обладают высокой точностью благодаря способности учитывать контекст, универсальностью, позволяющей одной модели быть адаптированной для различных задач, и возможностью эффективно обрабатывать длинные тексты. Однако трансформеры характеризуются высокой вычислительной сложностью, требуют значительных объемов данных для предварительного обучения и имеют сложности в интерпретации полученных результатов.

Таким образом, традиционные методы показывают хорошие результаты на небольших объемах данных и простых задачах, но уступают нейронным сетям и трансформерам на сложных задачах. Трансформеры, в свою очередь, обеспечивают наивысшую точность, но требуют значительных вычислительных ресурсов.

В ближайшие годы развитие методов классификации текстов будет определяться тремя ключевыми тенденциями:

1. Оптимизация трансформерных моделей – создание более эффективных архитектур с уменьшенными вычислительными затратами.
2. Междисциплинарная интеграция – объединение NLP с компьютерным зрением (мультимодальные системы) и обработкой речи.
3. Демократизация технологий – разработка компактных моделей для edge-устройств (смартфоны, IoT), позволяющих выполнять сложный анализ текста без облачной инфраструктуры.

Эти направления открывают новые возможности для создания интеллектуальных систем, способных обрабатывать текстовые данные в реальном времени даже на устройствах с ограниченными ресурсами.

Библиографический список

1. Полетаев, А.Ю. Методы определения неявно упоминаемых аспектов в публицистических предложениях на русском языке / А.Ю. Полетаев, И.В. Парамонов, Е.М. Колупаев // Моделирование и анализ информ. систем. – 2024. – Т. 31, № 3. – С. 226–239.
2. Самарина, А.А. Сравнение разных типов стилометрических характеристик для решения задачи классификации текстов по векам / А.А. Самарина, Н.С. Лагутина // Заметки по информатике и математике: сб. науч. статей. Вып. 13. – Ярославль: Ярослав. гос. ун-т им. П.Г. Демидова, 2021. – С. 159–167.
3. Сопов, А.Е. Экспериментальное исследование и анализ эффективности алгоритмов машинного обучения для задач классификации / А.Е. Сопов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сб. материалов X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию акад. М.Ф. Решетнева и Дню космонавтики. В 3 т., Красноярск, 08–12 апр. 2024 г. – Красноярск: Сибир. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2024. – С. 96–98.
4. Батраева, И.А. Классификация текстов с использованием сверточной нейронной сети на основе векторного представления слов / И.А. Батраева, А.Д. Нарцев, А.С. Лезгян // Информ. технологии и математ. моделирование (ИТММ-2019): материалы XVIII Междунар. конф. им. А.Ф. Терпугова, Саратов, 26–30 июня 2019 г. Ч. 1. – Саратов: Изд-во науч.-технич. литературы, 2019. – С. 114–119.
5. Куцев, Е.В. Искусственные нейронные сети: обработка текста / Е.В. Куцев // Вопросы науки. – 2023. – № 3. – С. 20–28. – EDN JVANUR.
6. Новиков, А.С. Использование языковой модели BERT для анализа текстов на русском языке / А.С. Новиков, Е.В. Шарлаев // Наукосфера. – 2021. – № 6-1. – С. 200–202.
7. Сайгин, А.А. Векторизация нормативно-справочной информации с помощью модели нейронной сети BERT / А.А. Сайгин, Н.П. Плотникова // Информ. технологии и математ. моделирование в управлении сложными системами. – 2021. – № 2 (10). – С. 52–59.
8. Использование BERT для классификации коротких научных текстов на русском языке / И.К. Кусакин, А.М. Цурупа, А.В. Алмакаев, А.Ю. Романов // НТИ-2022. Научная информация в современном мире: глобальные вызовы и национальные приоритеты: материалы 10-й Науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию ВИНТИ РАН, Москва, 25–26 окт. 2022 г. – М.: Всерос. ин-т науч. и технич. информации РАН, 2022. – С. 103–109.

АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПОСАДКИ

Д.Э. Цибулис

В данной работе рассмотрены примеры применения технического зрения в авиационных системах посадки, применяющиеся на практике в последнее десятилетие. Рассмотрены эксперименты по посадке малых и больших воздушных судов. Выведен общий алгоритм работы такой системы. Рассмотрено дальнейшее развитие систем.

Ключевые слова: техническое зрение, система посадки, распознавание образов, обработка видеокadra.

Актуальность. В последнее время алгоритмы обработки информации при помощи камер технического зрения находят все большее применение в различных практических задачах: распознавание объектов, распознавание движений, поиск особенностей того или иного объекта (цвет, форма, размер и т. д.). Возможности камер технического зрения делают их применение актуальным как в простых, так и в более сложных технических системах, таких как система посадки летательного аппарата. Поскольку камера может принять и обработать одновременно гораздо больший объем данных, посадка летательных аппаратов с ее помощью будет исследоваться и далее.

Цель работы. Рассмотреть современные системы посадки самолетов, в которых применяются камеры технического зрения и используемые в них алгоритмы. Для этого необходимо изучить информацию из открытых источников по системам посадки самолетов, в которых применяются камеры технического зрения, и рассмотреть особенности работы данных систем. В первую очередь стоит ознакомиться с несколькими примерами испытаний таких систем на реальных самолетах.

1. Diamond DA42. Испытания автоматической системы посадки данного самолета проходили в мае 2019 года, в аэропорту города Винер-Нойштадт [1]. Система посадки самолета, помимо сигналов GPS, опирается не на сигналы курсоглиссадной системы, а на данные с камер, работающих в видимом и инфракрасном диапазонах. Кроме того, система использует альтиметр и блок инерциальной навигации. Подлетая к взлетно-посадочной полосе, самолет начинает анализировать контуры полосы и корректировать курс [1]. При этом во время корректировки учитываются показания всех датчиков, а не только камер.

На рис. 1 изображен кадр с испытаний системы посадки. На данном кадре видно, что камера довольно точно распознала контуры взлетно-посадочной полосы.



Рис. 1. Распознавание контуров
взлетно-посадочной полосы
камерой на самолете Diamond DA42

2. Система улучшенного видения Pergam VISIO M. Всепогодная система улучшенного видения. Увеличивает дальность видимости ориентиров на местности и улучшает ситуационную информированность экипажа при заходе на посадку, посадке и рулении по взлётно-посадочной полосе в тёмное время суток и в сложных метеоусловиях [2].

В данную систему входит: инфракрасная камера средневолнового диапазона, камера коротковолнового инфракрасного диапазона, а также дополнительные оптические модули.

Инфракрасная камера MWIR-ИК-камера средневолнового инфракрасного диапазона (MWIR) – используется для улучшения видимости ночью и в сумерках, работает на средних и дальних дистанциях. Разрешение 640×512 пикселей при частоте кадров 50 Гц [2].

SWIR-камера – камера коротковолнового инфракрасного диапазона (SWIR) на основе детектора InGaAsc разрешением 640×512 пикселей. Работает в диапазоне электромагнитных волн $0,9-2,5$ мкм [2].

Данная система получает отдельные изображения с каждой камеры, а затем объединяет их, формируя контрастное изображение в режиме реального времени.

В корпус также можно установить любую дополнительную оптическую систему, например, 4K камеру или лазерный 3D сканер для оцифровки местности [2].

О разработке данной системы было заявлено в 2022 году [2]. На рис. 2 показаны кадры, прошедшие обработку в данной системе технического зрения. На них видно заметное улучшение качества распознаваемых объектов.

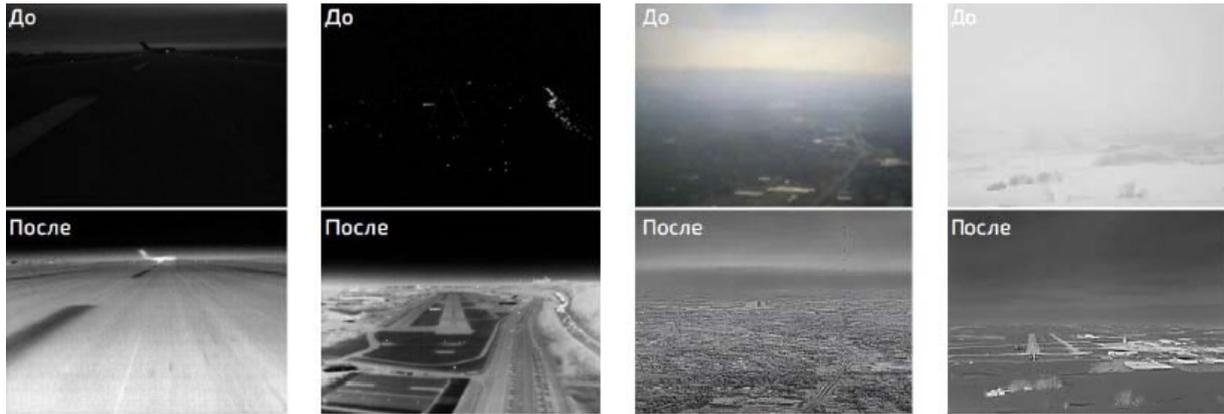


Рис. 2. Обработка кадров системой PergamVISION

3. Airbus A350. Испытания этой системы технического зрения проходили в апрель 2020 года в аэропорту Тулуза-Бланьяк, Франция [3]. Алгоритм посадки такого самолета основан на применении искусственных нейронных сетей. Для обучения нейросетевых алгоритмов, обрабатывающих видеопоток с камер, использовались более 450 записей различных полетов [3]. На них нейросети обучались распознавать аэродромы, световую индикацию, разметку [3]. В испытаниях использовался самолет A350-1000, который совершил шесть испытательных полетов: четырех из них с полностью автоматическим взлетом и пять – с полностью автоматической посадкой.

На рис. 3 представлено распознавание контуров полосы камерой технического зрения на данном самолете. Система технического зрения выделила контуры полосы, не захватив лишних объектов.



Рис. 3. Распознавание контуров полосы системой технического зрения самолета Airbus 350

4. Алгоритмы технического зрения. В рассмотренных примерах алгоритмы технического зрения позволяют либо провести обработку изображения, улучшая качество изображения, либо распознают конкретные объекты: взлетно-посадочная полоса, разметка, огни на полосе и т. д. Данные алгоритмы могут быть построены на нейронных сетях, так и без их применения.

В одной из работ [4], рассматривающей данную тему, предложен вариант решения задачи распознавания контуров взлетно-посадочной полосы.

На первом этапе выполняется бинарное квантование изображения. Предварительно применяется фильтр Гаусса для удаления шумов на исходном изображении, и выполняется преобразование полученного изображения в оттенки серого [4]. Далее на черно-белом фрагменте изображения происходит преобразование, изменяющее границы яркости [4]. Таким образом более четко выделяются нужные для дальнейшей обработки контуры предметов. После детектирования к изображению применяется классическое ортонормальное преобразование Хафа, необходимое для поисков прямых линий, соответствующих контурам полосы. Для увеличения достоверности результатов работы алгоритма следует выполнить обнаружение линии горизонта на видеоизображении [4].

Для нейросетевой обработки изображения потребуется создать обучающую выборку, состоящую из множества изображений взлетно-посадочной полосы и объектов на ней. После чего необходимо обучить данную нейронную сеть находить на тестовом изображении искомый объект. Обучение сети происходит методом градиентного спуска. Чем больше обучающая выборка, тем лучше нейронная сеть распознает объекты.

Преимущество нейронных сетей перед остальными алгоритмами заключается в том, что они могут действовать в условиях недостаточного количества данных (как например автоэнкодеры [5]), однако алгоритмы, основанные на их применении, требуют больших вычислительных мощностей. В то же время простые алгоритмы не всегда успешно справляются с задачами распознавания образов на изображении.

Заключение. Применение камер технического зрения в системах посадки самолетов является актуальной задачей, способной значительно улучшить обработку информации в сложных метеоусловиях, в ночное время, в условиях недостаточной видимости, либо на аэропортах где не установлена курсо-глиссадная система (Аэропорт Куршевель, Франция, короткая взлётно-посадочная полоса, длиной 525 м с углом наклона 18,5 %). Данный подход успешно испытан как в одноместных самолетах, так и в гражданских авиалайнерах. Основными задачами в таких системах посадки являются распознавание контуров полосы, огней ВПП, самих аэродромов и объектов на них. Тема является новой и представляет собой обширное поле для научных исследований.

Библиографический список

1. Копиев Г. Немцы испытали систему визуальной автоматической посадки самолета // N + 1 Интернет-издание / Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-67614. – 05.07.2019. – <https://nplus1.ru/news/2019/07/05/autoland>.
2. Российская система улучшенного видения для самолётов и вертолётов // Сделано у нас. Новости. – 14.03.2022. – <https://sdelanounas.ru/blogs/145982/>.
3. Сычев, В. Airbus A350 выполнил полностью автоматическую визуальную посадку // N + 1 Интернет-издание / Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-67614. – 22.06.2022. – <https://nplus1.ru/news/2020/06/22/a350>.
4. Логвин, А.И. Алгоритмы автоматического распознавания взлетно-посадочной полосы на видеоизображениях / А.И. Логвин, А.В. Волков // Науч. вестник Моск. гос. технич. ун-та гражданской авиации. – 2015. – № 213 (3). – С. 115–117.
5. Цибулис, Д.Э. Нейросети-автоэнкодеры. классификация и решаемые задачи / Д.Э. Цибулис, А.Н. Рагозин // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы Всерос. науч.-технич. конф. В 2 т. – Пермь, 2020. – С. 120–125.

УДК 004.4 + 004.056.5

МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОДА КОМАНДНО-СЦЕНАРНЫХ ЯЗЫКОВ

П.Д. Ческидов

В обзоре рассматриваются методы статического и динамического анализа кода командно-сценарных языков. Представлено сравнение этих подходов по времени применения, типам выявляемых проблем, полноте охвата, ресурсоемкости и точности. Внимание уделяется особенностям языков Bash и PowerShell, а также рискам безопасности, связанным с их использованием. Анализируются преимущества и недостатки каждого метода, а также возможности их совместного применения. Рассматриваются перспективные направления развития методов анализа кода для повышения безопасности использования командно-сценарных языков.

Ключевые слова: статический анализ, динамический анализ, командно-сценарные языки, информационная безопасность.

Актуальность. В современных IT-системах командно-сценарные языки играют важную роль в автоматизации системных задач. Такие языки как Bash в Unix/Linux и PowerShell в Windows позволяют администраторам и разработчикам управлять операционными системами и оркестрировать взаимодействием программных компонентов [1]. Однако широкие возможности этих языков создают серьезные риски безопасности.

Командно-сценарные языки особенно опасны тем, что скрипты часто выполняются с повышенными привилегиями, что может угрожать как локальному оборудованию, так и всей инфраструктуре. Ошибки в таких скриптах приводят не только к сбоям, но и к уязвимостям. Использование потенциально опасных конструкций, таких как динамический вызов `Invoke-Expression` в `PowerShell`, создают дополнительные риски.

Для обеспечения безопасности и надежности командно-сценарных языков применяются два основных подхода к анализу кода: статический и динамический. Статический анализ исследует исходный код без его выполнения, что позволяет выявлять потенциальные проблемы на ранних этапах разработки. Динамический анализ наблюдает за поведением программы во время ее работы, обнаруживая проблемы, которые проявляются только при выполнении [2].

Методы статического анализа. Статический анализ кода включает несколько методов. Синтаксический анализ проверяет код на соответствие правилам языка, выявляя пропущенные точки с запятой или ошибки в скобках. Анализ потока данных отслеживает движение информации в программе, обнаруживая, например, неинициализированные переменные. Анализ потока управления изучает последовательность выполнения команд, выявляя недостижимый код или бесконечные циклы. Метод сопоставления с шаблонами ищет конструкции, соответствующие известным уязвимостям, таким как инъекции или межсайтовый скриптинг. Анализ метрик кода оценивает сложность и связность программы. Абстрактная интерпретация создает математическую модель кода для выявления проблем типа переполнения буфера [3].

Математическое программирование может применяться для верификации кода командно-сценарных языков. Задача поиска инвариантов программы может быть представлена как задача математического программирования, что позволяет гарантированно находить минимальные инварианты программы [4]. Этот подход предлагает использовать ветвление и границы для решения задачи оптимизации, связанной с нахождением фиксированных точек семантических уравнений.

Методы динамического анализа. Динамический анализ дополняет статический, позволяя обнаружить проблемы, которые могут возникнуть только при выполнении кода. К методам динамического анализа относится профилирование кода, которое отслеживает использование памяти и процессора программой и влияние на характеристики. Отладка памяти выявляет утечки памяти и другие связанные с ней проблемы [5]. Fuzz-тестирование подает на вход программе случайные или специально сформированные данные для выявления сбоев. Анализ покрытия кода позволяет оценить, какие участки кода были выполнены при тестировании.

Эмпирические исследования показывают, что динамический анализ

эффективен при обнаружении дефектов в программном обеспечении разных типов. При сравнении инструментов статического и динамического анализа выявлено, что оба подхода имеют разные сильные стороны. Динамический анализ лучше обнаруживает проблемы, связанные с логикой программы и поведением, такие как ошибки времени выполнения и непредвиденное поведение [6].

Сравнительный анализ. При сравнении этих подходов выявляются их существенные различия. Статический анализ применяется на этапе разработки, что особенно важно для скриптовых языков, которые часто запускаются сразу после написания. Динамический анализ проводится при выполнении кода, что позволяет увидеть, как программа взаимодействует с реальным окружением. Исследования показывают, что для командно-сценарных языков этот фактор особенно важен из-за их тесной связи с окружением выполнения [1].

Статический анализ обнаруживает синтаксические ошибки, неиспользуемый код и подозрительные конструкции, но может не выявить проблемы, возникающие из-за динамической природы скриптовых языков, где значения переменных могут сильно зависеть от контекста выполнения. Динамический анализ выявляет ошибки выполнения, проблемы с удалением файлов, сетевыми вызовами и утечками ресурсов [7].

По полноте охвата статический анализ может охватить весь исходный код, но не учитывает вариативность путей выполнения в зависимости от входных данных. Скрипты часто ведут себя по-разному в зависимости от аргументов или окружения. Динамический анализ охватывает только реально выполненные пути, что ограничивает его эффективность для редко используемых участков кода [6].

Интеграция статического анализа в процессы разработки требует меньше ресурсов. Динамический анализ может быть ресурсоемким, особенно при использовании полного логирования, изолированных сред и трассировки. Это особенно актуально для сложных скриптов с множеством внешних вызовов [2].

По точности статический анализ может давать ложные срабатывания, например, интерпретируя строки с командами `rm` как реальные команды удаления. Динамический анализ обеспечивает высокую точность, но эффективен только для тех сценариев, которые были протестированы [8].

Современные инструменты анализа кода стремятся объединить преимущества обоих подходов. Комбинация статического и динамического анализа при оценке безопасности приложений повышает точность обнаружения уязвимостей по сравнению с использованием только одного из методов. Эта тенденция особенно актуальна для анализа командно-сценарных языков, где разделение на статический и динамический контекст не всегда очевидно.

Направления развития методов анализа. Перспективным направлением развития методов анализа кода командно-сценарных языков является применение методов машинного обучения. Модели, обученные на больших объемах кода, могут выявлять аномалии и потенциально вредоносные конструкции, которые трудно обнаружить традиционными методами. Это особенно важно для выявления обфусцированного вредоносного кода в PowerShell-скриптах [7].

Другое важное направление – развитие формальных методов верификации. Математические модели, описывающие поведение программ, позволяют строго доказывать отсутствие определенных классов ошибок. Использование методов выпуклой оптимизации для доказательства корректности программного обеспечения может быть адаптировано и для верификации командно-сценарных языков [2].

Тестирование на основе моделей (Model-Based Testing) также находит применение в анализе командно-сценарных языков. Этот подход предполагает создание формальной модели ожидаемого поведения системы и генерацию тестов на основе этой модели. Для скриптовых языков такой метод может быть особенно полезен при проверке сложных сценариев автоматизации [8].

Заключение. Безопасное использование командно-сценарных языков требует комплексного подхода к анализу кода. Ни статический, ни динамический анализ сами по себе не обеспечивают полной защиты, но их комбинация позволяет значительно снизить риски. Дальнейшее развитие методов анализа кода открывает новые возможности для повышения безопасности скриптов, что особенно важно в условиях постоянно растущих киберугроз.

Библиографический список

1. Meyerovich, L.A. Empirical analysis of programming language adoption / L.A. Meyerovich, A.S. Rabkin // Proceedings of the 2013 ACM SIGPLAN international conference on Object oriented programming systems languages & applications. – 2013. – С. 1–18.
2. Roozbehani, M. Convex optimization proves software correctness / M. Roozbehani, A. Megretski, E. Feron // Proceedings of the 2005, American Control Conference, 2005. IEEE, 2005. – С. 1395–1400.
3. Cousot, P. Abstract interpretation: a unified lattice model for static analysis of programs by construction or approximation of fixpoints / P. Cousot, R. Cousot // Proceedings of the 4th ACM SIGACT-SIGPLAN symposium on Principles of programming languages. – 1977. – С. 238–252.
4. Liberti, L. Code verification by static analysis: a mathematical programming approach / L. Liberti, S. Le Roux, F. Marinelli // Technical report, LIX, Ecole Polytechnique, Palaiseau, 2009. – 18 с.

5. Memory errors: The past, the present, and the future / V. van der Veen, N. dutt-Sharma, L. Cavallaro, H. Bos. // Research in Attacks, Intrusions and Defenses (RAID), 2012. – C. 86–106.
6. De Silva, D. A Comparative Analysis of Static and Dynamic Code Analysis Techniques / D. De Silva, H. Samarasekara, R. Hettiarachchi // IEEE Transactions, 2022. – 7 c.
7. Harman, M. From start-ups to scale-ups: Opportunities and open problems for static and dynamic program analysis / M. Harman, P. O'Hearn // 2018 IEEE 18Th international working conference on source code analysis and manipulation (SCAM). – IEEE, 2018. – C. 1–23.
8. Utting M. A taxonomy of model-based testing approaches / M. Utting, A. Pretschner, B. Legeard // Software testing, verification and reliability, 2012. – T. 22. – № 5. – C. 297–312.

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УДК 658.382

АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ НА ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ЗА ПЕРИОД С 2013 ПО 2024 ГОД

М.Г. Гаврилюк

Повсеместное использование разнообразных средств и методов электрозащиты оказывается, в некоторых случаях, недостаточным для обеспечения безопасности при использовании электроприборов. Это приводит к несчастным случаям, в том числе и со смертельным исходом. В данном теоретическом исследовании был произведён анализ несчастных случаев при работе с различными электроустановками за период с 2013 по 2024 год, которые повлекли за собой смертельный исход. Были рассмотрены как общая динамика изменения количества несчастных случаев в течение указанного временного промежутка, так и их распределение как в зависимости от вида объекта Ростехнадзора, так и в зависимости от того или иного федерального округа РФ.

Ключевые слова: электробезопасность, электроустановки, несчастные случаи, статистика, смертельный исход

Потенциальные опасности электрического тока, наряду со всё более возрастающим распространением использования электроприборов во всех сферах жизни, обуславливают необходимость совершенствования правил охраны труда в области электробезопасности, а также использования различных методов электрозащиты. Однако в некоторых случаях они оказываются не в состоянии обеспечить надлежащую безопасность при использовании электроприборов, что может приводить к несчастным случаям различной степени тяжести, в том числе и со смертельным исходом.

По этой причине статистический анализ подобных инцидентов, которые произошли за довольно продолжительный срок, необходим для выяснения динамики изменений несчастных случаев со смертельным исходом, произошедших на электроустановках. Полученные результаты впоследствии возможно использовать как для разработки новых методов электрозащиты, так и для совершенствования уже проверенных средств.

Целью данного теоретического исследования является анализ несчастных случаев со смертельным исходом в промежутке с 2013 по 2024 год (рис. 1). Наибольшее количество несчастных случаев, повлекших за собой смертельный исход, составляло 102 инцидента в 2013 году [1]. В дальнейшем количество несчастных случаев последовательно снижалось вплоть до 27 инцидентов в 2024 году, демонстрируя устойчивый спад, за исключе-

нием эпизодических повышений в 2016, 2021 и 2023 годах [2–4]. Таким образом, за весь рассмотренный период количество несчастных случаев со смертельным исходом при работе на электроустановках снизилось на 26 %.

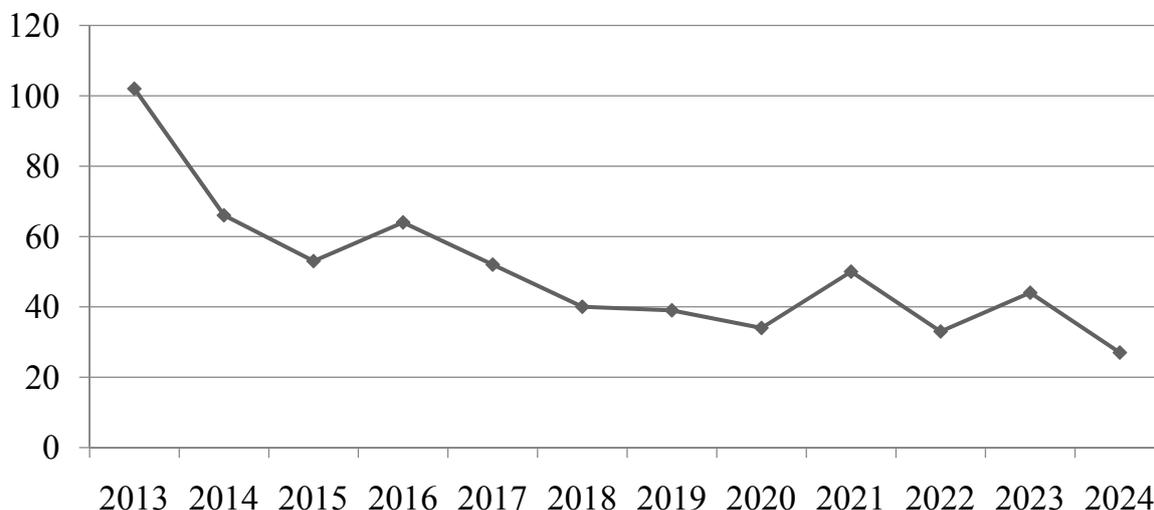


Рис. 1. График изменения количества несчастных случаев в течение 11 лет

Большое значение имеет также анализ типа электроприборов, при работе с которыми несчастные случаи со смертельным исходом происходили чаще всего. Число инцидентов при работе с электрическими сетями демонстрировало устойчивую тенденцию к понижению, достигнув минимума в 2019 году, после чего их количество вновь начало возрастать на протяжении 2020–2023 годов, но вновь упало до минимума к 2024 году. Число несчастных случаев, произошедших при участии потребительских электроустановок, колебалось в промежутке от 13 до 22 на протяжении большинства рассмотренных лет, однако достигли минимума в 2024 году [5].

В сравнении с изложенными выше типами, число инцидентов как на теплогенерирующих установках, так и на тепловых электростанциях, было сравнительно невелико – количество несчастных случаев со смертельным исходом на тепловых сетях оставалось относительно стабильным, как правило, по одному смертельному инциденту в год, в то время как на ТЭС подобных инцидентов не происходило вовсе, за редкими исключениями в 2018–2019 годах [6].

В целом можно сделать вывод (рис. 2), что из всех электроустановок наибольшее число несчастных случаев со смертельным исходом произошло при использовании потребительских электроприборов – 254 (52 %); на втором месте находятся электрические сети – 223 несчастных случая (45 %); тринадцать инцидентов (1 %) произошёл при эксплуатации теплогенерирующих установок и тепловых сетей, и два (0,4 %) – при работе тепловых электростанций (рис. 3).

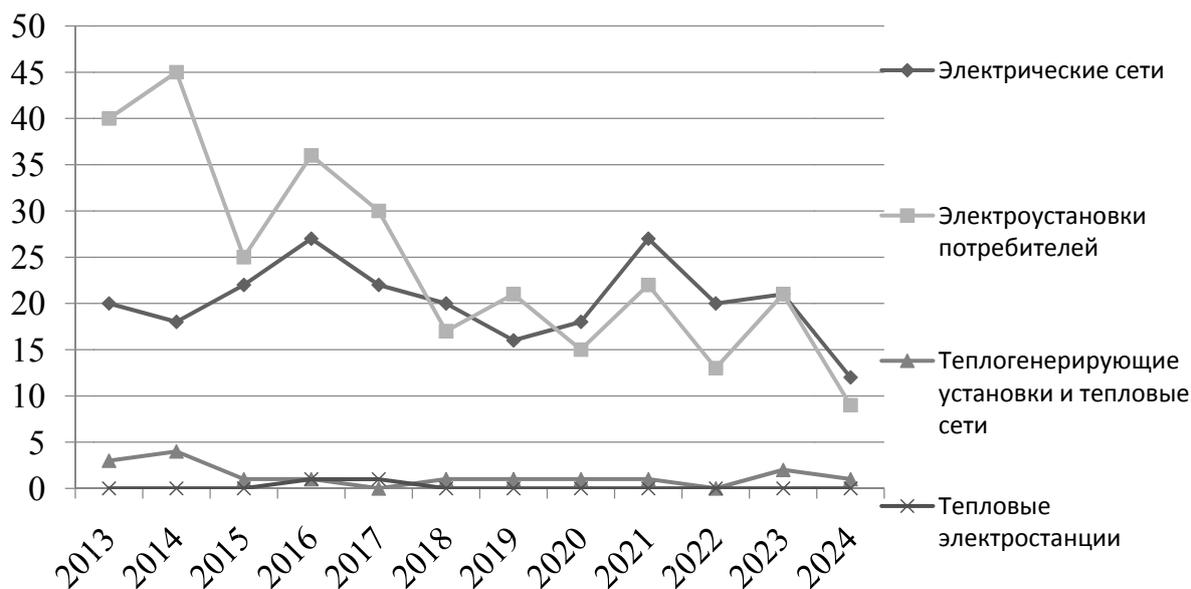


Рис. 2. График изменений количества несчастных случаев по видам объектов Ростехнадзора в течение 11 лет

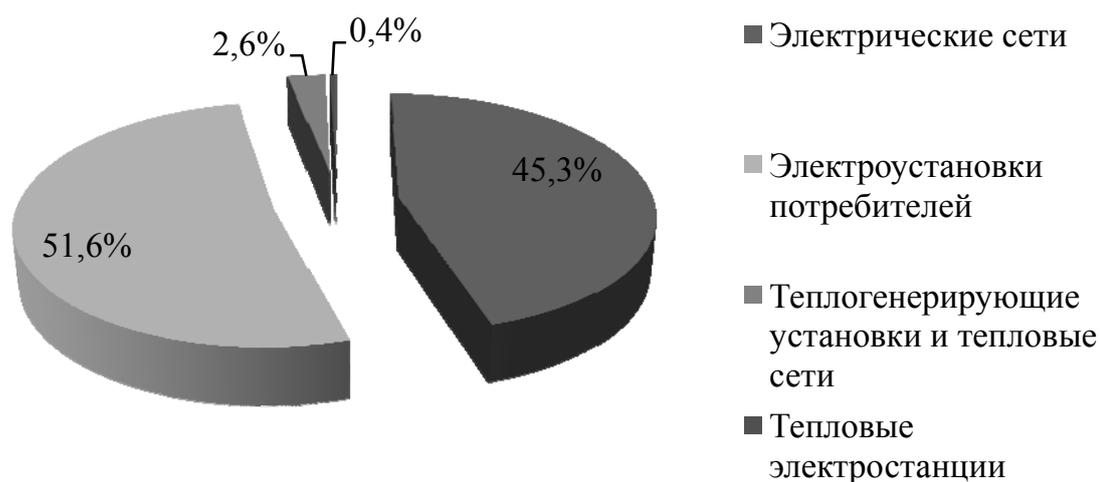


Рис. 3. Распределение несчастных случаев по видам объектов Ростехнадзора

Распределение несчастных случаев по территории России также неоднородно – в некоторых субъектах Федерации смертельные инциденты при работе с электроустановками происходят с достаточной регулярностью, в то время как в других почти полностью отсутствуют. Анализ статистики количества несчастных случаев со смертельным исходом в каждом из федеральных округов позволяет сделать следующие выводы (рис. 4).

Центральный федеральный округ (далее – ЦФО) является лидирующим по количеству подобных инцидентов; за последние десять лет их численность колебалась в промежутке от 10 до 15 в течение каждого года, с редкими спадами в 2015 и 2020 годах [7, 8]. Приволжский (ПФО) и Уральский

(УФО) федеральные округа занимают второе и третье места соответственно – особенно примечателен здесь УФО, где в 2016 году произошёл резкий всплеск несчастных случаев со смертельным исходом при работе с электроустановками, который почти в 3,5 раза превысил показатель предыдущего года [2].

Остальные федеральные округа демонстрируют в среднем небольшое число ежегодных инцидентов, равно как и незначительность их колебаний с течением времени.

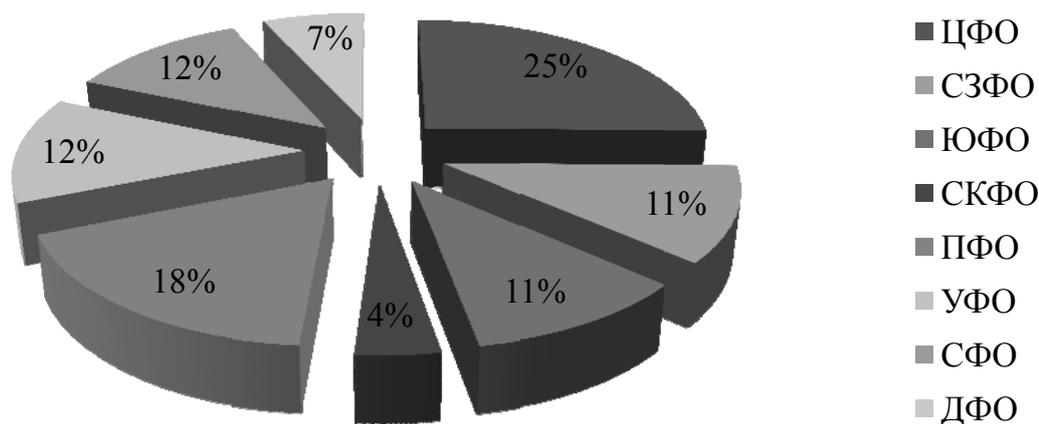


Рис. 4. Распределение несчастных случаев по федеральным округам РФ

Среди них выделяется Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО), характеризующийся наиболее низкими показателями несчастных случаев со смертельным исходом при работе с электроустановками – кроме того, это единственный федеральный округ, в котором на протяжении нескольких лет (в 2017–2019 годах, а также в 2023 году) не было зафиксировано ни одного подобного инцидента [4].

Несмотря на порою значительные расхождения, статистика показывает, что количество несчастных случаев снизилось практически во всех федеральных округах (рис. 5): в ЦФО – на 42 %, в Северо-Западном федеральном округе – на 21 %, в ПФО – на 26 %, в УФО – на 19 %, а в Сибирском федеральном округе – на 13 %. В свою очередь, в Южном федеральном округе и в СКФО показатели остались почти без изменений.

По итогам проведённого теоретического исследования можно сделать следующие выводы. Был произведён анализ несчастных случаев со смертельным исходом в промежутке с 2013 по 2024 год, результаты которого противоречивы. Несмотря на то, что общее число таких несчастных случаев имеет устойчивую тенденцию к снижению, при более детальном рассмотрении ситуация подчас очень серьёзно различается в зависимости от региона страны. В то время как в некоторых федеральных округах число

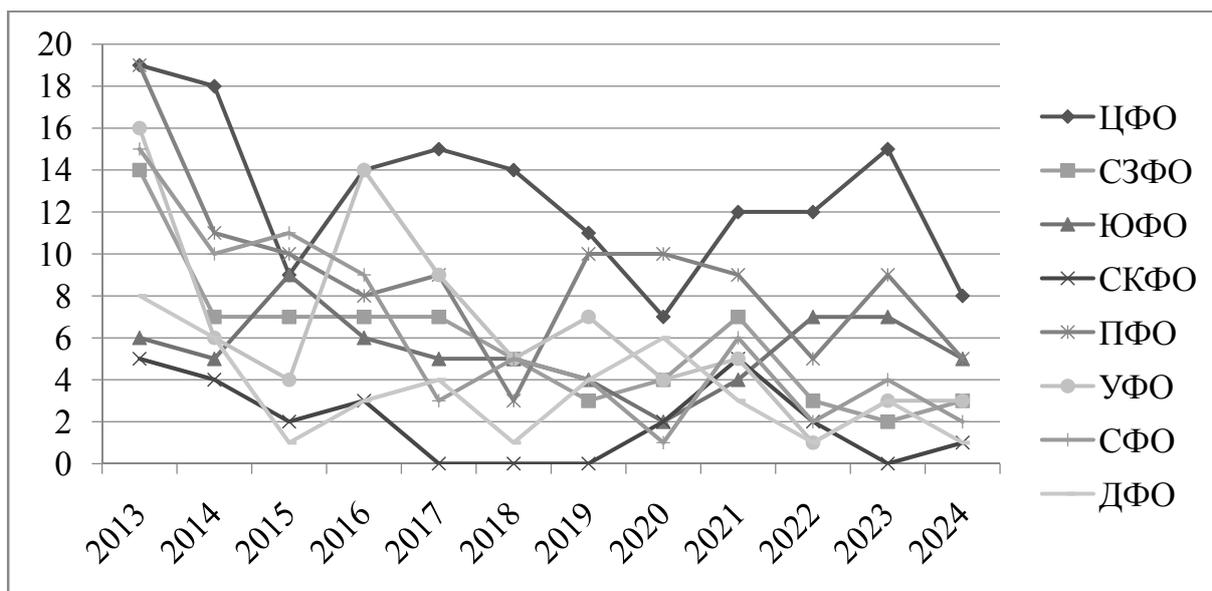


Рис. 5. График изменения количества несчастных случаев по федеральным округам РФ в течение 11 лет

несчастных случаев и изменение их динамики были относительно невелики, в других же подобного рода инциденты до сих пор остаются серьёзной проблемой, которая далека от разрешения. В связи с этим необходимость дальнейшего совершенствования способов и средств электрозащиты продолжает оставаться актуальной и на сегодняшний день.

Библиографический список

1. Анализ обстоятельств и причин несчастных случаев со смертельным исходом на объектах энергетики, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 12 месяцев 2014 года. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/analiz_ns_energo_2014 (дата обращения: 07.04.2025).
2. Анализ несчастных случаев на энергоустановках, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 12 месяцев 2016 года. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/analiz_ns_energo_12_2016.docx (дата обращения: 07.04.2025).
3. Информация о несчастных случаях со смертельным исходом, произошедших в ходе эксплуатации энергоустановок организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 11 месяцев 2021 года. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/2021.11_ns.docx.docx (дата обращения: 07.04.2025).
4. Информация о несчастных случаях со смертельным исходом, произошедших в ходе эксплуатации энергоустановок организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, в 2023 году. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/2023.12_ns_en.docx (дата обращения: 07.04.2025).
5. Информация о несчастных случаях со смертельным исходом, произошедших при эксплуатации энергоустановок организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 2024 год. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/2024.12_ns_en.pdf (дата обращения: 11.04.2025).
6. Информация о несчастных случаях со смертельным исходом на энергоустановках организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 11 месяцев

2019 года. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/2019.11_ns.docx (дата обращения: 11.04.2025).

7. Анализ несчастных случаев на энергоустановках, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 11 месяцев 2015 года. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/analiz_NS_energo_11_2015.docx (дата обращения: 14.04.2025).

8. Информация о несчастных случаях со смертельным исходом на энергоустановках организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 12 месяцев 2020 года. – http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/2020.12_ns.pdf (дата обращения: 14.04.2025).

УДК 621.923.02

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ, ГЕНЕРИРУЕМОГО ПРОЦЕССОМ ШЛИФОВАНИЯ

А.С. Жуков

Рассмотрены основные проблемы, сопровождающие разработку модели звукового давления, генерируемого процессом шлифования. Предложены пути преодоления таких проблем. Обоснована актуальность решения задачи моделирования акустического сигнала, сопровождающего процесс шлифования. Описана логика разработки методики прогнозирования периода стойкости шлифовального круга и ожидаемая практическая значимость такой методики.

Ключевые слова: моделирование звукового давления, моделирование акустики, мультифизическое моделирование, имитационное моделирование, процесс шлифования.

Введение

Прогнозирование периода стойкости шлифовального круга в условиях многономенклатурного производства является актуальной нерешенной задачей. В условиях многономенклатурного производства происходят частая смена партий деталей малого объема и значительные затраты времени на технологическую подготовку производства. Это способствует выделению многономенклатурного производства в отдельный класс, поскольку в нем одновременно проявлены черты как мелкосерийного, так и крупносерийного производств [1]. Сегодня доля производств такого типа неуклонно возрастает и уже значительно превышает все прочие типы. В таких условиях для снижения доли бракованной продукции, повышения экономичности операций шлифования предлагается разработать методику прогнозирования периода стойкости шлифовального круга по акустическому критерию.

Акустический сигнал, генерируемый колебаниями шлифовального круга, может служить источником полезной информации, позволяющий давать оценку техническому состоянию инструмента в режиме реального времени [2, 3]. Бесконтактный мониторинг характеристик акустического поля позволяет косвенно определять многие важные параметры процесса шлифования, например, параметры качества обработки – размер шероховатости и отклонения формы заготовки.

Основой методики прогнозирования периода стойкости шлифовального круга служит компьютерная имитационная математическая модель звукового давления, генерируемого процессом шлифования. Данная модель учитывает основные технологические условия реализации операции: характеристику и размеры шлифовального круга, группу обрабатываемости материала шлифуемой заготовки, режим обработки, параметры окружающей воздушной среды, в которой распространяется звук.

Сопряжение модели звукового давления с уже существующими моделями, описывающими размер шероховатости (Л.В. Шипулин [4]) и отклонения от цилиндричности поверхности шлифованной заготовки (А.Х. Нуркенов [5]), изменяющихся во времени, позволит наработать базу данных для ее использования в рамках применения методики прогнозирования периода стойкости шлифовального круга.

Так, основной задачей при создании методики становится разработка математической модели звукового давления, генерируемого процессом шлифования. В настоящее время данная модель находится в активной разработке. В рамках данной статьи предлагается осветить основные проблемы, возникшие в процессе моделирования звукового давления шлифования и пути их преодоления.

1. Аналитическое моделирование

Существует устоявшееся мнение об аналитическом моделировании как о наиболее предпочтительном и точном методе описания окружающего мира. Действительно, зачастую методы аналитического моделирования дают наиболее адекватные результаты. Однако следует отметить, что в случае с моделированием систем высокой сложности и необходимостью учета большого количества факторов, оказывающих взаимное влияние друг на друга, применимость данного метода значительно ограничивается.

Проведенный литературный обзор позволил выявить, что уже предпринимались попытки моделирования акустических явлений, сопровождающих процесс шлифования. Разработана аналитико-эмпирическая модель, описывающая звуковое давление, создаваемое процессом шлифования. Автор модели – В.С. Юганов, разработал модель применительно к плоскому маятниковому шлифованию [2]. Впоследствии его модель была модернизирована В.В. Агафоновым для круглого наружного врезного шлифования [3].

Подробный анализ этой модели позволил установить ряд недостатков и ограничений:

- ограничения по размерам шлифовального круга $H/D < 0,35$; $d/D < 0,4$;
- не учитывается вращение шлифовального круга;
- структура шлифовального круга принимается изотропной.

Точность аналитической модели составляет 80–85 %, что может быть недостаточно для современных требований к критериям управления производственными процессами.

Вместо данного подхода для разработки модели параметров звукового давления, генерируемого процессом шлифования, предлагается использовать компьютерное имитационное моделирование с применением метода конечных элементов. Сегодня существует достаточно много специализированных программных продуктов, разработанных для моделирования акустических явлений (Ansys, COMSOL Multiphysics, Actran, ESI VA One, Simcenter 3D Acoustics) [6].

В результате проведения дополнительного обзорного исследования в качестве программного продукта, наилучшим образом отвечающего задаче моделирования акустического сигнала, вызванного процессом шлифования, выбрана программа COMSOL Multiphysics.

2. Мультифизическое моделирование

Еще одно осложнение, возникшее при моделировании параметров звукового давления при шлифовании, состоит в мультифизической природе всех акустических явлений. Акустические явления никогда не существуют изолированно, всегда связаны с механикой, гидро-аэродинамикой, тепловыми или электрическими эффектами. Для возникновения акустической волны прежде всего необходим источник. В рассматриваемой задаче таким источником выступают механические колебания шлифовального круга.

Таким образом, задача моделирования уточняется. Моделирование необходимо проводить в два этапа. На первом строится модель вынужденных колебаний шлифовального круга с учетом начальных и граничных условий: заделка шлифовального круга на шпинделе станка, вращение с частотой 1590 об/мин, демпфирование и т. д. Вынуждающим воздействием выступает сила шлифования. На втором этапе моделируется акустическое поле, создаваемое механическими колебаниями шлифовального круга с учетом свойств окружающей среды (импеданс воздуха). Сопряжение двух задач осуществляется посредством мультифизической связи.

К решению задач такого рода хорошо приспособлена выбранная программная среда COMSOL Multiphysics.

3. Размерность постановки задачи

Критическим ограничением при решении задач методом конечных элементов может выступать ограничение по необходимым вычислительным ресурсам. В связи с этим при решении задач стремятся минимизировать число элементов сетки разными способами. Одним из таких способов может выступать сокращение размерности задачи, то есть переход от трехмерной постановки к постановке с меньшим числом измерений. 3D-модель требует

дискретизации всего объёма, что резко увеличивает число узлов и элементов. При переходе от объемной к осесимметричной постановке (рис. 1) количество затрачиваемых на расчет ресурсов может быть снижен в десятки раз.

Итак, было принято решение использовать осесимметричную постановку задачи. Осесимметричная модель сводится к расчёту меридионального сечения, сокращая задачу до двумерной. Это значительно облегчает построение геометрии модели и значительно сокращает число элементов расчетной сетки. Однако при более подробном изучении вопроса выяснилось, что такая постановка задачи приводит к следующим нежелательным последствиям:

- невозможность задать возбуждающую силу в пятне контакта шлифовального круга с заготовкой;
- расчёт мод и частот собственных колебаний шлифовального круга позволяет учитывать только осесимметричные моды. Моды с узловыми диаметрами не могут быть учтены при такой постановке.

Поскольку такие ограничения имеют критическое значение, от осесимметричной постановки задачи решили отказаться в пользу объемной постановки.

4. Упругие параметры шлифовальных кругов

Важнейшим аспектом модели звукового давления процесса шлифования выступает возможность параметрической настройки реальных технологических условий реализации операции. Установление соответствия между моделью и реальным процессом выступает основным требованием, соблюдение которого позволяет получать адекватные результаты. Средством установления такого соответствия являются параметры модели (см. таблицу).

Параметры модели можно разделить на три группы: геометрические – для фиксации размеров шлифовального круга и пятна контакта, упругие – для отражения свойств шлифовального круга и воздушной среды и параметры граничных условий – для описания условий, в которых работает модель.

Параметры геометрии устанавливаются путем измерения реальных размеров инструмента и расчетов размеров пятна контакта по известным зависимостям [7]. В целом, трудностей с тем, чтобы задать корректные значения геометрических параметров модели для расчета нет.

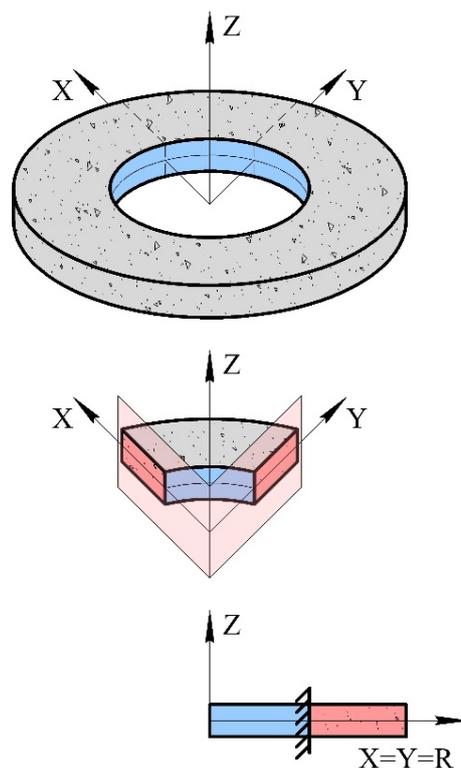


Рис. 1. Осесимметричная постановка задачи

Параметры упругости модели служат для корректного расчета колебаний шлифовального круга конкретной характеристики. Установлено, что компоненты рецептуры шлифовального круга – абразивный материал, зернистость, твердость и структура, оказывают влияние на значение частот собственных колебаний шлифовального круга в спектре. При моделировании упругие свойства модели задаются тремя параметрами: коэффициентом Пуассона, модулем Юнга и плотностью. Плотности могут быть рассчитаны по массовым и геометрическим параметрам. Для корректного определения коэффициентов Пуассона и модулей Юнга обратились к более сложной методике.

Параметры модели
звукового давления, генерируемого процессом шлифования

Обозначение		Описание
Геометрические параметры	D_out	Наружный диаметр шлифовального круга
	d_in	Посадочный диаметр шлифовального круга
	H	Высота шлифовального круга
	W_cs	Ширина пятна контакта (ширина шлифования)
	H_cs	Высота пятна контакта (длина дуги контакта)
	R_sph	Радиус расчетной области
	L_PML	Толщина слоя PML (Perfectly Matched Layers – идеально согласованные слои)
Упругие параметры	nu_GW	Коэффициент Пуассона шлифовального круга
	E_GW	Модуль Юнга шлифовального круга
	rho_GW	Плотность шлифовального круга
	c_GW	Скорость распространения звука в объеме ШК
	c_air	Скорость распространения звука в воздухе
Параметры граничных условий	RPM	Частота вращения шлифовального круга
	P _y	Радиальная составляющая сила шлифования
	P _z	Касательная составляющая сила шлифования
	alpha	Объемная вязкость шлифовального круга
	beta	Вязкость при сдвиге шлифовального круга
	k_tot	Коэффициент жесткости шпинделя станка

Методика определения интегральных упругих показателей шлифовальных кругов разных характеристик включает два этапа. На первом этапе проводилось экспериментальное исследование спектров собственных частот шлифовальных кругов разных характеристик. Для этого использовался специальный прибор – измеритель собственных частот ИЧСК-2. С его помощью бесконтактным способом регистрировался акустический отклик, вызванный ударным воздействием. На рис. 2 черной ломаной линией изображен пример эмпирического спектрального состава шлифовального круга. На спектре в диапазоне от 0,5 до 5 кГц проявляются выраженные пики, соответствующие основным частотам и модам собственных колебаний.

На втором этапе проводилось моделирование частот и мод собственных колебаний шлифовального круга с помощью программного обеспечения COMSOL Multiphysics. Для этого устанавливаются геометрические параметры шлифовального круга, выступающего прототипом модели, определяется его плотность. После чего выполняется подбор значений коэффициента Пуассона и модуля Юнга до установления соответствия между экспериментальным спектром собственных частот и расчетными значениями, полученными в результате моделирования (на рис. 2 – красные вертикальные линии). При установлении соответствия делается заключение о том, что значения интегральных упругих показателей шлифовального круга также соответствуют реальным значениям.

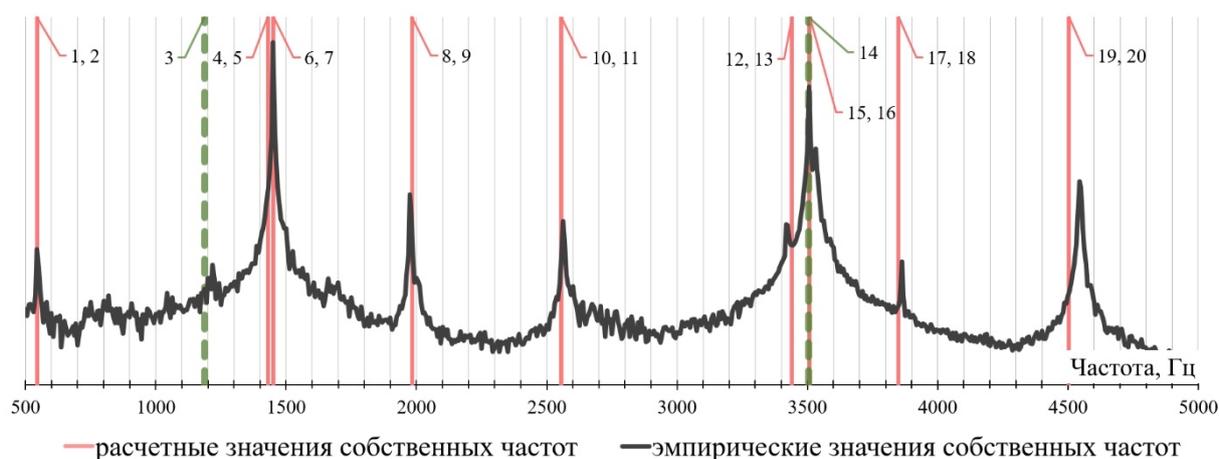


Рис. 2. Сравнение спектральных составов собственных колебаний шлифовального круга 1 600×50×305 25А F46 М 6 V 50 м/с ГОСТ Р 52781-2007, полученных эмпирическим и расчетным способом

Заключение

Таким образом, ряд проблем моделирования параметров звукового давления, генерируемого процессом шлифования, преодолен. Математическая модель звукового давления шлифования в настоящее время находится в фазе активной разработки. Предварительные расчеты демонстрируют качественное соответствие результатов моделирования результатам экспериментального исследования параметров акустического сигнала, сопровождающего процесс шлифования.

Библиографический список

1. Шарапов, С.Н. Определение понятия многономенклатурное производство / С.Н. Шарапов, А.В. Зайцев // Справочник. Инженер. журн. – 2019. – № 6 (267). – С. 37–42.
2. Юганов, В.С. Использование низкочастотных акустических колебаний для текущего контроля процесса шлифования: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / В.С. Юганов. – Ульяновск, 1999. – 198 с.
3. Агафонов, В.В. Повышение эффективности круглого наружного врезного шлифования путем управления скоростью подачи по интенсивности звукового

сигнала: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / В.В. Агафонов. – Ульяновск, 2010. – 181 с.

4. Шипулин, Л.В. Совершенствование методики проектирования операций плоского шлифования периферией круга на основе комплексного имитационного моделирования процесса: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Л.В. Шипулин. – Челябинск, 2013. – 251 с.

5. Нуркенов, А.Х. Повышение производительности операции круглого врезного шлифования на станках с ЧПУ за счет учета фактической жесткости технологической системы на стадии проектирования цикла шлифования: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / А.Х. Нуркенов. – М., 2016. – 134 с.

6. Жуков, А.С. Обзор программного обеспечения для решения задачи моделирования акустических волн, генерируемых шлифовальным кругом в процессе обработки / А.С. Жуков, Д.В. Ардашев // Наука ЮУрГУ. Секции технич. наук: материалы 75-й науч. конф. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2023. – С. 418–425.

7. Маслов, Е.Н. Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов. – М. Машиностроение, 1974. – 320 с.

УДК 629.7.023.8:531.36

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ АСИММЕТРИИ НА ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Б.А. Киселев

В рамках представленного исследования осуществлен комплексный анализ текущего состояния научной проблемы, связанной с асимметрией конструкций спускаемых летательных аппаратов. По результатам работы сформулирован вывод, обосновывающий актуальность проведенного исследования. Установлено, что на современном этапе развития аэрокосмической отрасли феномен исходной асимметрии демонстрирует потенциально благоприятный эффект, обусловленный ее положительным влиянием при определенных условиях. Особое внимание к данной проблематике продиктовано недостаточной изученностью фундаментальных аспектов проявления первичных асимметричных характеристик в динамике спуска, что определяет значительный научно-прикладной потенциал исследования.

Ключевые слова: асимметрия, спускаемый летательный аппарат, центр масс, резонанс, переходные режимы движения.

Введение. До некоторого времени асимметрия спускаемых летательных аппаратов (СЛА) рассматривалась как нечто препятствующее реализации успешного выполнения миссий по спуску аппаратов в атмосфере планет Солнечной системы, ввиду свойственной ее наличию нестабильно-

сти полета и отклонений от заданного следования объекта по установленной траектории, а также несоответствий требуемому рассеиванию точек приземления аппарата.

Асимметрия неизбежно возникает в распределении масс внутри корпуса изделия в процессе его сборки и изготовления, источником которой являются неизбежные отклонения характеристик аппарата, полезных грузов, а также элементов бортовой автоматики и систем управления [1].

Асимметрия, присутствующая у СЛА при полете в атмосфере становится причиной частого и наиболее вероятного захвата летательного аппарата (ЛА) в резонансные режимы движения, при которых скачкообразно изменяются характеристики движения: происходит возрастание значений угловых скоростей и углов атаки [2].

Проанализировав ряд источников [2–17], создается возможность формулировки понятия «резонанс» в контексте СЛА.

Резонанс в контексте СЛА – это явление, при котором частота вращения аппарата вокруг своей оси совпадает с частотой возмущений, вызванных аэродинамическими или массовыми асимметриями. Это приводит к резкому возрастанию амплитуды колебаний угла атаки и угловой скорости, что может нарушить стабильность движения и привести к аварийным ситуациям. Увеличение угла атаки происходит до уровня 90° и более, вследствие чего может произойти полное разрушение ЛА. Наступление резонанса может приводить к сбоям в работе парашютной системы, вследствие чего необходимо исключить нахождение аппарата в условиях длительного резонанса [5].

Несмотря на недостатки наличия асимметрий, описанных ранее и обуславливающих наступление резонанса, асимметрия также может быть описана своим положительным влиянием, характеризующимся появлением при определенных условиях балансировочных углов атаки, стабильных значений угловых скоростей, реализация которых может происходить за счет влияния асимметрий различного вида. Наступление резонанса может быть использовано как эффект обеспечения некоторой стабилизации при движении ЛА, о чем будет указано в других разделах статьи.

Классификация видов асимметрий. В рамках проведенного анализа предлагается классификация основных типов асимметрий спускаемых аппаратов, определяющих их поведение в атмосфере. Классификация построена на базе ключевых факторов, влияющих на динамику полета и управляемость [18]:

- 1) геометрическая (аэродинамическая) асимметрия;
- 2) массово-инерционная асимметрия;
- 3) конструктивная асимметрия.

Геометрическая асимметрия представляет собой отклонение геометрических характеристик объекта от номинальной формы тела вращения, возникающая, в свою очередь, как следствие уноса массы с поверхности СЛА.

В настоящее время в открытых источниках удалось идентифицировать лишь малое количество известных примеров из числа ЛА с начальной асимметрией, называемой геометрической.

Реальные примеры ЛА с геометрической асимметрией, которыми являются асимметричные самолеты, представлены на рис. 1–3.

Немецкий проект штурмовика Blohm & Voss P194. Самолет имел асимметрию формы. Экипаж и вооружение находились в отделенной от фюзеляжа гондоле, а в фюзеляже находилась только двигательная установка. Тяга турбореактивного двигателя, размещенного в кормовой части гондолы, компенсировала асимметрию от работы основного двигателя. Проект имеет статус «не реализован». Самолет изображен на рис. 1 [19].



Рис. 1. Blohm & Voss P194

Немецкий самолет-разведчик Blohm & Voss BV141. Он отличался асимметричным строением планера. Испытан в нескольких вариантах, на вооружение не принят. Казалось, что асимметричная конструкция опасно дисбалансирует самолет, однако летные испытания подтвердили отличную устойчивость и маневренность машины. Изображение самолета приведено на рис. 2 [20].

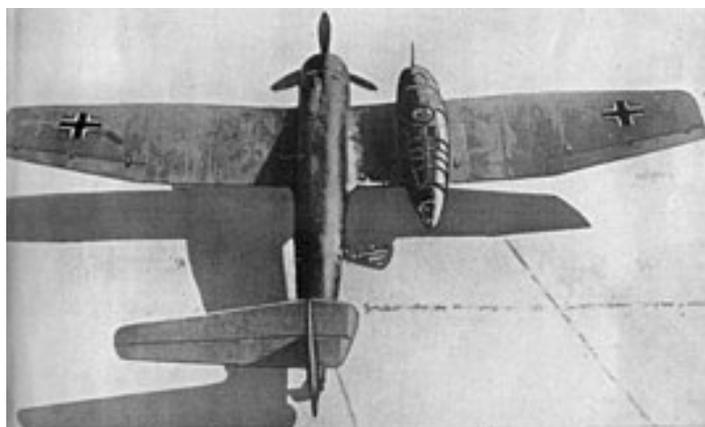


Рис. 2. Blohm & Voss BV141

Экспериментальный самолет Ames AD-1 производителя NASA Ames Research Center. Предназначен для изучения концепции поворотного крыла асимметрично изменяемой стреловидности (косого крыла). По сравнению с крылом симметрично изменяемой стреловидности данная схема имеет на 11–20 % меньшее лобовое сопротивление, на 14 % меньшую массу и на 26 % меньшее волновое сопротивление. После закрытия программы самолет поместили в музей Сан-Карлос. Самолет изображен на рис. 3 [21].



Рис. 3. AmesAD-1

Реальные примеры самолетов демонстрируют, что асимметрия может быть успешно применена для достижения специфических аэродинамических характеристик. Эти примеры служат доказательством того, что асимметричные формы могут быть не только жизнеспособными, но и эффективными. Однако в контексте других типов ЛА, таких как ракеты и спускаемые модули, информация о несимметричных конструкциях практически отсутствует. Это указывает на значительный пробел в исследованиях и разработках в данной области.

Массово-инерционная асимметрия представляет собой управляемое / неуправляемое изменение массово-инерционных характеристик ЛА.

Разработчики ЛА при проектировании и конструировании обычно стремятся обеспечить совпадение оси симметрии распределения масс аппарата с осью симметрии его наружной поверхности [1]. Однако управление путем смещения центра масс и центра давления аппарата позволяет приводить аппарат в стабильное, почти статическое положение с некоторым балансировочным углом атаки. Использование массово-инерционной асимметрии в виде смещения центра масс описано в работе [22], и в виде смещения и центра масс и центра давления в работе [4]. В исследовании [23] разработана математическая модель асимметрии, возникающей из-за погрешностей сборки. На основе уравнений (1) и (2) авторы описывают динамику вращения ракеты вокруг оси крена, учитывая следующие факторы:

- постоянную составляющую момента крена;
- момент крена, вызванный косым обдувом;
- аэродинамическое демпфирование по крену.

$$\frac{d\gamma}{dt} = \omega_x; \quad (1)$$

$$I_x \frac{d\omega_x}{dt} = \left(m_x \bar{\omega}_x \frac{l}{V} \omega_x - m_{k0} \sin n\gamma + m_0 \right) qSl, \quad (2)$$

где γ – угол крена; ω_x – угловая скорость крена; I_x – момент инерции аппарата, S – характерная площадь; l – характерный размер; q – скоростной напор, V – скорость полета, $m_x \bar{\omega}_x$ – коэффициент момента демпфирования крена, n – число плоскостей симметрии ракеты, m_{k0} – коэффициент момента крена от косоугольного обдува, m_0 – постоянная составляющая момента крена.

Конструктивная асимметрия представляет собой совокупность массово-инерционных и геометрических асимметрий [18]. Пример анализа конструктивной асимметрии приведен в [24], где рассматривается плоское движение относительно центра масс КА с малой массовой асимметрией, вызванной поперечным смещением центра масс, и аэродинамической асимметрией, обусловленной искажением поверхности аппарата.

Резонансные режимы движения. Если при резонансе выполняется условие: производные угловой скорости крена и критической угловой скорости близки $\dot{\omega}_x \approx \dot{\omega}_{кр.}$, то происходит захват аппарата в резонансный режим и возникает установившийся резонанс [2, 11].

Резонансные явления возникают из-за:

- массовой асимметрии, вследствие смещения центра масс из-за погрешностей изготовления или уноса теплозащитного покрытия [4];
- аэродинамической асимметрии, вследствие неравномерного распределения сил, обусловленного деформацией формы аппарата [4, 25];
- внешних возмущений [3].

Резонансные режимы движения так же, как и их источники – асимметрии, имеют некоторую классификацию:

- главный резонанс [3, 15];
- вторичные резонансные эффекты [11, 16, 26];
- параметрический резонанс [7];
- резонансы в системах с кратными частотами [17];
- нелинейные резонансы [26];
- резонансные эффекты от внешних возмущений [3, 11];
- резонансы при переходных режимах [2, 26].

Анализируя недостатки наличия резонанса, приведенные ранее, в работе [2], посвященной исследованию переходных режимов движения, приведено достаточно существенное заключение о том, что проход через резонанс используется как эффект, позволяющий стабилизировать продольную угловую скорость ЛА и обеспечить требования к атмосферному рассеиванию точек посадки.

Резонансные явления в динамике СЛА могут возникать в самых различных условиях, однако особое внимание следует уделить переходным

режимам движения, которые представляют собой один из наиболее сложных и критически важных аспектов анализа динамики СЛА.

Переходные режимы движения. Под переходными режимами движения ЛА понимаются явления, представляющие собой изменение характера движения относительно центра масс аппарата. В процессе его снижения вращательное движение переходит в колебательное, скачкообразно изменяются характеристики колебательного движения и так далее. Переходные режимы движения тел с малой асимметрией, вызванные резонансными явлениями, возникают в плотных слоях атмосферы [2]. Формулы для нахождения вероятности попадания в колебательные области при переходных режимах движения приведены в работе [27].

Вопрос определения высоты, на которой происходят переходные режимы движения, рассматривался в [28].

Заключение. Учитывая потенциальные преимущества асимметричных форм, такие как улучшение аэродинамических характеристик, управляемости и функциональности, актуальным становится не только расширение исследований на существующие примеры асимметричных самолетов, но и формирование технических предложений, распространяющихся на другие классы ЛА.

Ограниченное количество самолетов и практически полное отсутствие данных о подобных решениях в ракетостроении и конструкции спускаемых аппаратов выявляет необходимость в систематическом изучении и моделировании движения подобных форм. СЛА остаются малоизученной областью в аспектах влияния геометрической асимметрии исходного контура изделия, заложенной в процессе проектирования (начальная асимметрия), в связи с тем, что создание таких изделий требует учета значительно более сложного функционирования: высоких скоростей, экстремальных температур, а также взаимодействия с атмосферами других планет Солнечной системы.

Углубленное изучение асимметричных форм может не только восполнить существующий пробел в знаниях, но и привести к созданию принципиально новых технических решений, которые, пройдя этапы математического моделирования и подтверждения ожидаемых результатов, будут являться принципиально новым подходом для реализации космических программ не только в атмосфере Земли, но и других планет Солнечной системы. В современном мире концепции миссий, адаптированных к экстремальным средам, приобретают глобальный масштаб, а их успешная реализация способна стать катализатором качественного скачка в эволюции космических технологий.

Библиографический список

1. Ключников, А.В. Методический подход для директивного назначения нормативов точности стендового оборудования при определении характеристик массо-

инерционной асимметрии беспилотных летательных аппаратов / А.В. Ключников, Н.А. Абышев // Сборник «Труды международного симпозиума «Надежность и качество». Т. 2. – Снежинск, 2018. – С. 30–32.

2. Тимбай, И.А. Модели и методы исследования переходных режимов движения твердого тела в атмосфере: дис. ... д-ра техн. наук / И.А. Тимбай. – Самара, 1998. – 232 С.

3. Куркина, Е.В. Анализ и синтез динамики спускаемых в атмосфере Марса космических аппаратов с малой асимметрией с учетом резонансных возмущений: дис. ... канд. техн. наук / Е.В. Куркина. – 2020.

4. Михайлов, Е.А. Динамика летательного аппарата с системой смещения центра масс / Е.А. Михайлов, В.Б. Федоров. – Челябинск: Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2022. – Т. 2. – С. 71–82.

5. Любимов, В.В. Оценка вероятности захвата в резонанс при движении динамически несимметричного твердого тела в атмосфере / В.В. Любимов // Вестник Самар. гос. технич. ун-та. Серия: Физ.-мат. науки. – 2007. – № 2 (15). – С. 110–115.

6. Ледков, А.С. Исследование резонансных движений сегментально-конических тел в атмосфере: дис. ... канд. техн. наук / А.С. Ледков. – 2009.

7. Баракат, А.А. Методика оценки устойчивости движения летательных аппаратов в условиях возникновения резонансных режимов: дис. ... канд. техн. наук / А.А. Баракат. – 2006.

8. Любимов, В.В. Исследование прохода через резонанс космического аппарата с изменяемой массовой асимметрией при спуске с малыми углами атаки в атмосфере Марса / В.В. Любимов, Е.В. Куркина // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2015. – Т. 17. – № 6 (3). – С. 734–740.

9. Асланов, В.С. Хаотический анализ движения космического аппарата с малой массовой асимметрией при спуске в атмосфере / В.С. Асланов, А.С. Ледков // Изв. Самар. науч. центра Рос. академии наук. – 2009. – Т. 11, № 3. – С. 153–158.

10. Гоман, М.Г. Неустановившиеся резонансные режимы движения неуправляемого аппарата при полете в атмосфере / М.Г. Гоман // Ученые записки ЦАГИ. – 1977. – Т. 8, № 6. – С. 67–80.

11. Любимов, В.В. Внешняя устойчивость резонанса и стабилизация вращения космического аппарата с малой инерциальной и аэродинамической асимметриями при спуске в атмосфере Венеры / В.В. Любимов, В.С. Лашин // Изв. Самар. науч. центра РАН, 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 782–785.

12. Бакри, И. Синтез законов стабилизации пространственного движения космического аппарата с малой асимметрией в атмосфере Марса: дис. ... канд. техн. наук / И. Бакри. – 2023.

13. Галушина, Т.Ю. Численное моделирование движения резонансных астероидов, сближающихся с Землей: дис. ... канд. физ.-мат. наук / Т.Ю. Галушина. – 2006.

14. Любимов, В.В. Исследование процесса захвата в резонанс при свободном движении летательного аппарата в атмосфере / В.В. Любимов // Королевские чтения: всерос. студ. науч. конф.: тез. докл., Самара, 4–5 окт. 1995 г. – Самара: СГАУ, 1995. – С. 21.

15. Любимов, В.В. Вторичный резонансный эффект при движении твердого тела с малой асимметрией в атмосфере / В.В. Любимов. – Самара, 1998.

16. Любимов, В.В. Эволюции во вращательном движении динамически асимметричных космических аппаратов в атмосфере / В.В. Любимов // Изв. Самар. науч. центра РАН, 2006. – Т. 8, № 3. – С. 849–856.
17. Доев, В.С. Резонансные режимы в линейных колебательных системах с кратными частотами / В.С. Доев, Ф.А. Доронин // Изв. ПГУПС, 2006. – С. 19–24.
18. Костров, А.В. Движение асимметричных баллистических аппаратов / А.В. Костров. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
19. Материал из Википедии – свободной энциклопедии // Немецкий проект штурмовика Blohm & Voss P 194. – https://ru.wikipedia.org/wiki/Blohm_%26_Voss_P.194
20. Материал из Википедии – свободной энциклопедии // Немецкий самолет разведчик Blohm & Voss BV 141. – https://ru.wikipedia.org/wiki/Blohm_%26_Voss_BV_141
21. Материал из Википедии – свободной энциклопедии // Экспериментальный самолет AmesAD-1. – https://ru.wikipedia.org/wiki/NASA_AD-1
22. Кухаренко, А.С. Исследование движения спускаемого аппарата в атмосфере планеты с учетом асимметрии / А.С. Кухаренко // Политехн. молодежный журнал. – 2021. – № 4. – С. 1–12.
23. Чернявский, П.М. Движение осесимметричного летательного аппарата по крену с учетом нелинейности аэродинамических характеристик / П.М. Чернявский // Ученые записки ЦАГИ. – 1975. – Т. 6, № 4. – С. 112–116.
24. Кеньшов, Е.А. Моделирование перехода плоского вращательного движения космического аппарата с асимметрией в колебательное при входе в атмосферу / Е.А. Кеньшов, И.А. Тимбай // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2003. – Т. 5, № 1. – С. 143–149.
25. Асланов, В.С. Динамика и управление движением авиационно-космических и ракетно-космических систем / В.С. Асланов, В.Л. Балакин, И.В. Белоконов и др. // Вестник Самар. гос. аэрокосмич. ун-та. – 2002. – № 1. – С. 14–23.
26. Баринаова, Е.В. Переходные режимы движения спускаемого аппарата с тригармонической характеристикой восстанавливающего момента на начальном участке траектории в атмосфере: дис. ... канд. техн. наук / Е.В. Баринаова. – Самара, 2011.
27. Баринаова, Е.В. Исследование пространственного движения относительно центра масс спускаемого аппарата с тригармонической моментной характеристикой при входе в атмосферу / Е.В. Баринаова, И.А. Тимбай // Вестник Самар. гос. аэрокосмич. ун-та. – 2010. – Т. 4, № 24. – С. 11–19.
28. Кузмак, Г.Е. Динамика неуправляемого движения летательных аппаратов при входе в атмосферу / Г.Е. Кузмак. – М.: Наука, 1970. – 348 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-CU-MN-CA

А.И. Ковалев, Н.А. Белов, Д.А. Винник

Для создания поршней двигателей внутреннего сгорания нового поколения требуются новые материалы. В настоящее время используемые поршневые силумины способны стабильно работать при температурах около 250 °С. Сравнительно недавно предложенная система легирования Al–Cu–Mn–Ca может повысить температуру эксплуатации за счет образования термостабильных дисперсоидов.

В статье изучается влияние кальция на термическое расширение образцов Al–6Cu–2Mn–nCa (где n = 0; 0.5; 1; 2; 3; 4).

Ключевые слова: Al–Cu–Mn–Ca, алюминиевые сплавы, дилатометрия, термическое расширение.

Введение. Алюминиевые сплавы обладают широким спектром применения, от декоративных отливок до деталей для авиационной промышленности. Все это благодаря разнообразию существующих систем легирования алюминия, что позволяет подобрать систему с наиболее подходящими физико-механическими свойствами. Однако для получения устройств, обладающих высокой производительностью, требования к материалам повышаются соответственно. При этом существует проблема в достижении предела эксплуатационных свойств при исчерпании ресурса легирования существующих составов сплавов. Например, для отливки поршней двигателей внутреннего сгорания используются силумины (АК12Д). Это хорошо изученные системы, температура эксплуатации приблизительно равна 250 °С [1]. Однако проблемой силуминов является укрупнение частиц, ответственных за дисперсионное упрочнение, при температурах выше 200 °С [2]. Для решения проблемы повышения жаропрочности ведутся дополнительные исследования по легированию и улучшению производственной технологии силуминов. Параллельно изучаются новые системы, среди которых можно выделить Al–Mg–Zn [3], Al–Ce [4], Al–Ni [5], Al–Cu–Mn–Ca [6]. В данном исследовании проводится изучение термомеханических свойств новой группы сплавов Al–Cu–Mn–Ca. Преимуществами такой системы легирования является образование термостабильных до 400 °С дисперсоидов, а также отсутствие необходимости в гомогенизационном отжиге, старении и закалке сплава [6], что улучшает его технологичность.

Так как работы по данной системе появились сравнительно недавно, важно исследовать их эксплуатационные свойства, такие как коэффициент термического расширения (КТР).

Цель данного исследования – определения КТР сплавов Al–6Cu–2Mn–nCa, где n = 0; 0.5; 1; 2; 3; 4 и сравнение их с образцом сплава АК12Д.

Экспериментальная часть. Сплавы Al–6Cu–2Mn–nCa получены из алюминия чистоты 99,99 % (здесь и далее будут иметься в виду массовые проценты), меди чистоты 99,9 %, лигатуры Al–20%Mn и Al–10%Ca. Для исследования использованы сплавы после гомогенизационного отжига при 540 °С 6 ч, в форме прямоугольного параллелепипеда с замеренной высотой. Образец АК12Д (прямоугольный параллелепипед 17,6 мм в высоту) вырезан из штампованного поршня.

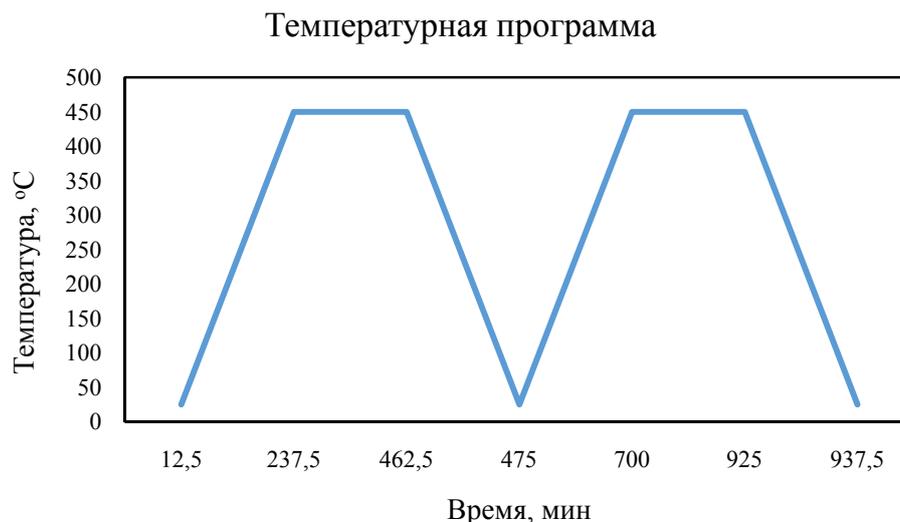


Рис. 1. Температурная программа дилатометра

В табл. 1 занесен элементный состав исследуемых сплавов с сокращенными названиями, используемыми в работе. Микроструктура сплавов 1Ca, 2Ca, 3Ca, 4Ca была изучена ранее в работе [6], фазы присутствующие в исследуемых составах занесены в табл. 1. Составы 0Ca и 0,5Ca исследованы методом сканирующей электронной микроскопии с подключением микро-рентгеноспектрального анализа, результаты также занесены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначения, элементный и фазовый составы сплавов

Обозначение сплава	Al, масс. %	Cu, масс. %	Mn, масс. %	Ca, масс. %	Предполагаемые фазы [6]
0Ca	Основа	6	2	0	(Al)+Al ₂₀ Cu ₂ Mn ₃ +Al ₂ Cu
0,5Ca				0,5	(Al)+Al ₂₀ Cu ₂ Mn ₃ +Al ₈ CaCu ₄ +Al ₂ Cu
1Ca				1	(Al)+Al ₂₀ Cu ₂ Mn ₃ +Al ₂₇ Ca ₃ Cu ₇
2Ca				2	(Al)+Al ₂₇ Ca ₃ Cu ₇ +Al ₄ Ca
3Ca				3	(Al)+Al ₂₇ Ca ₃ Cu ₇ +Al ₄ Ca
4Ca				4	(Al)+Al ₂₇ Ca ₃ Cu ₇ +Al ₄ Ca

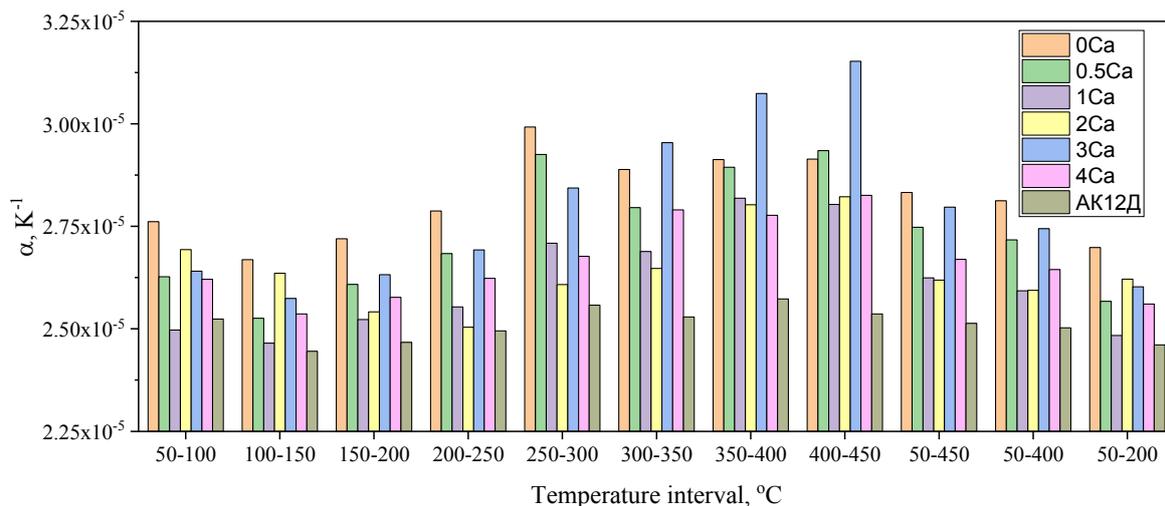


Рис. 2. Распределение средних значений КТР по температурным интервалам

По температурной программе на рис. 1, на dilatометре Netzsch DIL 402 С получены dilatограммы и проведено определение коэффициента термического расширения (КТР) в различных температурных интервалах (рис. 2). Определение КТР проводилось по углу наклона термограммы образца после вычета из нее нулевой линии, полученной по аналогичной температурной программе на образце корунда (цилиндр 25,0 мм в высоту).

Результаты и обсуждение. Значения КТР для АК12Д являются наименьшими во всех исследованных интервалах температур ($2,51 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ в интервале 50–450 °С) и наиболее стабильными при изменении температуры. Среди образцов системы Al–Cu–Mn–Ca, образцы 1Ca и 2Ca показывают наилучшие и схожие результаты в интервале от 50 до 450 °С и от 50 до 400 °С, что можно объяснить наличием большого количества фазы $\text{Al}_{27}\text{Ca}_3\text{Cu}_7$. Стоит отметить, что для сплавов 1Ca, а также 0Ca и 0,5Ca, наблюдается повышение КТР в температурном интервале 250–300 °С, что может быть связано с наличием фазы Al_2Cu и ее коагуляцией. Для образца 2Ca происходит снижение КТР по мере приближения к температурному интервалу 200–250 °С и затем его рост до 450 °С. КТР образца 3Ca линейно растет по мере увеличения температуры и для сплава 4Ca рост идет до интервала 300–350 °С, где выходит на плато в приблизительно $2,8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

В табл. 2 приведены средние значения КТР в 2 температурных интервалах для исследованных составов, а также значение КТР сплава АК12Д для сравнения. Наблюдаются отличия между значениями КТР сплава АК12Д полученных в данной работе и в работе [7], что может быть следствием различия фактического состава сплавов, условий отливки и последующей термомеханической обработки.

Сплавы с содержанием Ca 1 и 2 % обладают наименьшим КТР среди всей линейки Al–6Cu–2Mn–nCa в интервале температур 50–450 °С. Эти значения все еще больше на $0,11 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ (4,4 %), чем ныне используемый

поршневой сплав АК12Д. В интервале же 50–200 °С (рабочие температуры силуминовых поршней), сплав с 1 масс.% Са обладает наименьшим КТР, среди предложенных составов и всего на $0,02 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ превышающее КТР сплава АК12Д.

Таблица 2

Средние значения КТР

Сплав	Средний КТР в интервале 50–450 °С, $\text{К}^{-1} \cdot 10^5$	Средний КТР в интервале 50–200 °С, $\text{К}^{-1} \cdot 10^5$
АК12Д	2,51	2,46
АК12Д (из работы [7])	–	2,06 (при 20–300 °С)
Al–6Cu–2Mn–0Ca	2,83	2,70
Al–6Cu–2Mn–0,5Ca	2,75	2,50
Al–6Cu–2Mn–1Ca	2,62	2,48
Al–6Cu–2Mn–2Ca	2,62	2,62
Al–6Cu–2Mn–3Ca	2,80	2,60
Al–6Cu–2Mn–4Ca	2,67	2,56

Заключение. Исследовано термическое расширение сплавов новой системы Al–Cu–Mn–Ca. Выявлено, что составы 1Са и 2Са обладают наименьшим значением КТР для температурного интервала 50–450 °С и состав 1Са для интервала 50–200 °С за счет фазы $\text{Al}_{27}\text{Ca}_3\text{Cu}_7$. В сравнении с результатами сплава АК12Д, для температурного интервала 50–450 °С полученные значения выше менее чем на 5 %.

Таким образом, наблюдается нелинейное изменение КТР в зависимости от концентрации Са, составы Al–6Cu–2Mn–1Ca и Al–6Cu–2Mn–2Ca являются более перспективными для получения поршней двигателей внутреннего сгорания за счет наименьшего КТР, что обусловлено более благоприятным фазовым составом.

Библиографический список

1. Research on microstructure and mechanical properties at elevated temperature of Al-Mg-Si-Sc-Zr alloy strengthened by $\text{Al}_3(\text{Sc}, \text{Zr})$ nanoprecipitates / M. Yu, B. Zhu, N. Li et al. // J. Alloys Compd. – 2024. – Vol. 985. – 174050.
2. Enhancing ambient and elevated temperature performance of hypoeutectic Al-Ce cast alloys by $\text{Al}_3(\text{Sc}, \text{Zr})$ precipitate / A.A. Mohammed, S. Chankitmongkol, S. Wang et al. // J. Mater. Res. Technol. – 2024. – Vol. 28. – P. 1188–1197.
3. Development of lightweight, creep resistant Mg–Zn–Al alloys for automotive applications: Influence of micro-additions of quaternary elements / F.O. Edoziuno, A.A. Adediran, P.O. Emereje et al. // Results Eng. – 2024. – Vol. 21. – 101632.
4. Enhanced high-temperature strength and ductility of wire arc additive manufactured Al–Ce–Mg alloys with fine $\alpha\text{-Al}/\text{Al}_{11}\text{Ce}_3$ eutectics / Si J. et al. // J. Mater. Res. Technol. – 2024. – Vol. 30. – P. 4929–4938.
5. Improved elevated-temperature strength and thermal stability of additive manu-

factured Al–Ni–Sc–Zr alloys reinforced by cellular structures / G. Luo, H. Chen, Y. Li et al. // Addit. Manuf. – 2024. – Vol. 90. – 104313.

6. Effect of Ca addition on structure, phase composition and hardness of Al–6 %Cu–2 %Mn sheet alloy / N. Belov, T. Akopyan, K. Tsydenov et al. // J. Alloys Compd. – 2024. – Vol. 1009. – 176955.

7. Афанасьев, В.К. Технология получения слитков, деформированных заготовок и поршней из эвтектического жаропрочного силумина и их свойства / В.К. Афанасьев, А.Н. Прудников, А.В. Горшенин // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2010. – № 3 (48). – С. 28–31.

УДК 621.316.925+544.032.5

ОБ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРИ СОЧЕТАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ, МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Е.А. Корлыханов, А.И. Сидоров

В статье исследуется восприимчивость человека к первичному критерию опасности переменного тока промышленной частоты с использованием переносного генератора при сочетанном воздействии электрических и магнитных полей. Приводится описание переносного генератора, разработанного для этих целей.

Ключевые слова: электрическое поле, магнитное поле, сочетанное действие, первичные критерии электробезопасности

Актуальность. Электроустановки сверхвысокого напряжения выступают ключевыми элементами в передаче электроэнергии на значительные расстояния. Особую важность они приобретают при обеспечении энергией промышленных предприятий. При этом сотрудники, обслуживающие такие установки, в процессе работы испытывают воздействие электрических и магнитных полей. Возникающие при работе электроустановок электрические и магнитные поля, многократно превышают допустимый для персонала уровень [1] более 5 кВ/м, для электрической составляющей электромагнитного поля промышленной частоты.

Предельно допустимые значения, служащие базовым критерием оценки опасности воздействия электрического тока на организм, формируются для идеализированных условий (постоянный ток, переменный ток частотой 50 Гц, ток 400 Гц, выпрямленный по двум стандартным схемам). Однако в реальных сетях такие «идеальные» параметры недостижимы, поскольку: наличие нелинейных элементов в цепи приводит к искажениям и появлению гармонических составляющих; человек подвергается не изолированному воздействию, а комбинации факторов, присутствующих в окружающей среде.

Основными критериями опасности электрического тока, которые определяют тяжесть травмы человека, являются ток, проходящий через тело, и продолжительность его воздействия. ГОСТ Р 12.1.038-2024 [2] определяет предельно допустимые величины токов прикосновения и шага, не вызывающих критического влияния на здоровье человека. На их величину влияют род тока (постоянный или переменный), его частота и длительность воздействия.

В настоящее время известны исследования первичных критериев опасности от факторов электрического и неэлектрического характера.

На некоторых промышленных предприятиях необходимо принимать во внимание фактор повышенных температур окружающей среды – например, в горнодобывающих комплексах, металлургических предприятиях и других аналогичных производствах. В.Е. Манойлов, ссылаясь на опыты И.Р. Петрова [3] на собаках, высказывает предложение, что «перегревание повышает чувствительность к току и, как следствие, обуславливает повышенную частоту электротравматизма в помещениях с жарким микроклиматом».

Кроме того, атмосферное давление в научно-технической литературе указывается, как один из факторов, влияющих на чувствительность к электрическому току. М.Я. Хакел по результатам исследований [4] на горных предприятиях выявил снижение полного сопротивления тела человека к электрическому току.

Среди прочих неэлектрических факторов, следует отметить шумовое воздействие на электротехнический персонал. Так в работах Е.В. Зыкиной были исследованы критерии электробезопасности при сочетанном воздействии шума [5].

Нами для проведения исследования чувствительности к переменному току с сочетанным воздействием электрического и магнитного полей в производственных условиях был разработан переносный генератор промышленной частоты (см. рисунок), который обеспечивает выходное напряжение до 20 В и ток до 10 мА. Исходное питание осуществляется от внешнего источника, который представляет собой блок аккумуляторных батарей. Далее входное напряжение поступает в блок питания, где выполняется его стабилизация и адаптация к требованиям последующих компонентов. Ключевым элементом системы является блок вычисления и управления, выполняющий функции обработки данных, а также отображения параметров. Результаты обработки передаются в блок электродов, который обеспечивает подачу тока на выходные электроды. Каждый блок, выполняет специализированную функцию, формируя замкнутую систему анализа, где стабилизация питания, точность вычислений и корректность вывода данных являются критическими факторами. Подобная архитектура обеспечивает воспроизводимость экспериментов, валидность результатов и возможность адаптации к различным сценариям тестирования, что актуально для исследований в области электротехники и разработки защитных систем.

Электротехнические параметры человека удобно изучать, когда ток проходит по пути «рука-рука», который использовался в качестве основного в рамках эксперимента. Пороговые значения ощутимых токов были определены на основе физиологических реакций участников.

Испытуемые брали в руки электроды, располагаясь так, чтобы исключить возможность наблюдения за измерительными приборами, и сообщали о готовности к эксперименту. Напряжение на электроды подавалось плавно, с постоянной скоростью, соответствующей длительному режиму воздействия ($t > 1$ с).



Структурная схема устройства для изучения первичного критерия электробезопасности

Заключение. По результатам анализа факторов влияющих на персонал электроустановок, при сочетанном воздействии электрических и магнитных полей промышленной частоты определены негативные последствия при обследовании электротехнического персонала. Полученные показатели позволят оценить величину первичных критериев электробезопасности и внести предложения по корректировке нормативно-правовой документации.

Библиографический список

1. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях. – М.: Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 16 с.
2. ГОСТ Р 12.1.038–2024. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: Стандартинформ, 2024. – 16 с.
3. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1971. – 320 с.

4. Хакел, М.Я. Повышение электробезопасности при эксплуатации электроустановок горных предприятий в условиях жаркого климата и высокогорья: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М.Я. Хакел. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 17 с.

5. Зыкина, Е.В. Об изменении первичных критериев электробезопасности при сочетанном воздействии физических факторов различной природы / Е.В. Зыкина // Электробезопасность. – 2016. – № 3. – С. 44–46. – EDN YGDSSZ.

УДК 544.3

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОЛИЗА ТЕРЕФТАЛАТОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

А.А. Осипов, Д.А. Жеребцов

Были синтезированы и исследованы координационные полимеры на основе терефталевой кислоты и щелочноземельных металлов: Mg (1), Ca (2), Sr (3) и Ba (4). Полученные соли были исследованы с помощью рентгенофазового, рентгеноструктурного (в случае 2–4) анализов, ИК-спектроскопии и синхронного термического анализа. Установлено, что терефталаты обладают исключительной термической стабильностью, наиболее устойчивым является BaTP (670 °С), наименее стабильным – MgTP (574 °С). Вещества разлагаются с последовательным отщеплением координационной воды, углекислого газа (декарбоксилирование) и летучих органических продуктов с образованием композита из нанодисперсного оксида щелочноземельного металла в матрице из рентгеноаморфного стеклоглерода.

Ключевые слова: терефталаты, металл-органические координационные полимеры, термолиз.

В настоящее время широко исследуются вещества с развитой пористостью. Таким перспективным классом соединений являются металл-органические каркасы (МОК, metal-organicframework, MOF) [1]. МОК представляют собой координационные полимеры, состоящие из катионов металлов (или металл-кислородных кластеров), связанных с органическими лигандами с образованием пористой структуры. Часто при синтезе МОК используются лиганды на основе терефталевой (TP) кислоты [2], так как эти соединения просты в получении и экономически доступны. МОК находят своё применение во многих областях промышленности и химии – используются для адсорбции и хранения газов, катализа, очистки воды [3].

Одними из наиболее распространенных методов синтеза МОК являются гидротермальный метод [4], при котором кристаллы координационных полимеров выращиваются из водных растворов, и сольвотермальный метод [5], в котором используются органические растворители. Эти методы

позволяют контролировать процесс кристаллизации и получать материалы с заданными свойствами.

В настоящей работе были синтезированы гидротермальным методом четыре терефталата щелочноземельных (ЩЗМ) металлов: MgTP (1), CaTP (2), SrTP (3), BaTP (4). Соединения 1–4 были исследованы с помощью рентгенофазового (РФА), рентгеноструктурного (в случае 2–4) анализов, ИК-спектроскопии и синхронного термического анализа. Несмотря на то, что терефталаты ЩЗМ не являются МОК, их структура и свойства близки к терефталатам цинка, хрома, алюминия, других p-, d- и f-металлов, являющихся одними из широко известных МОК. Поэтому термический анализ терефталатов ЩЗМ как удобных модельных соединений позволяет лучше понимать термическую устойчивость в целом всех терефталатов и ее зависимость от радиуса катиона.

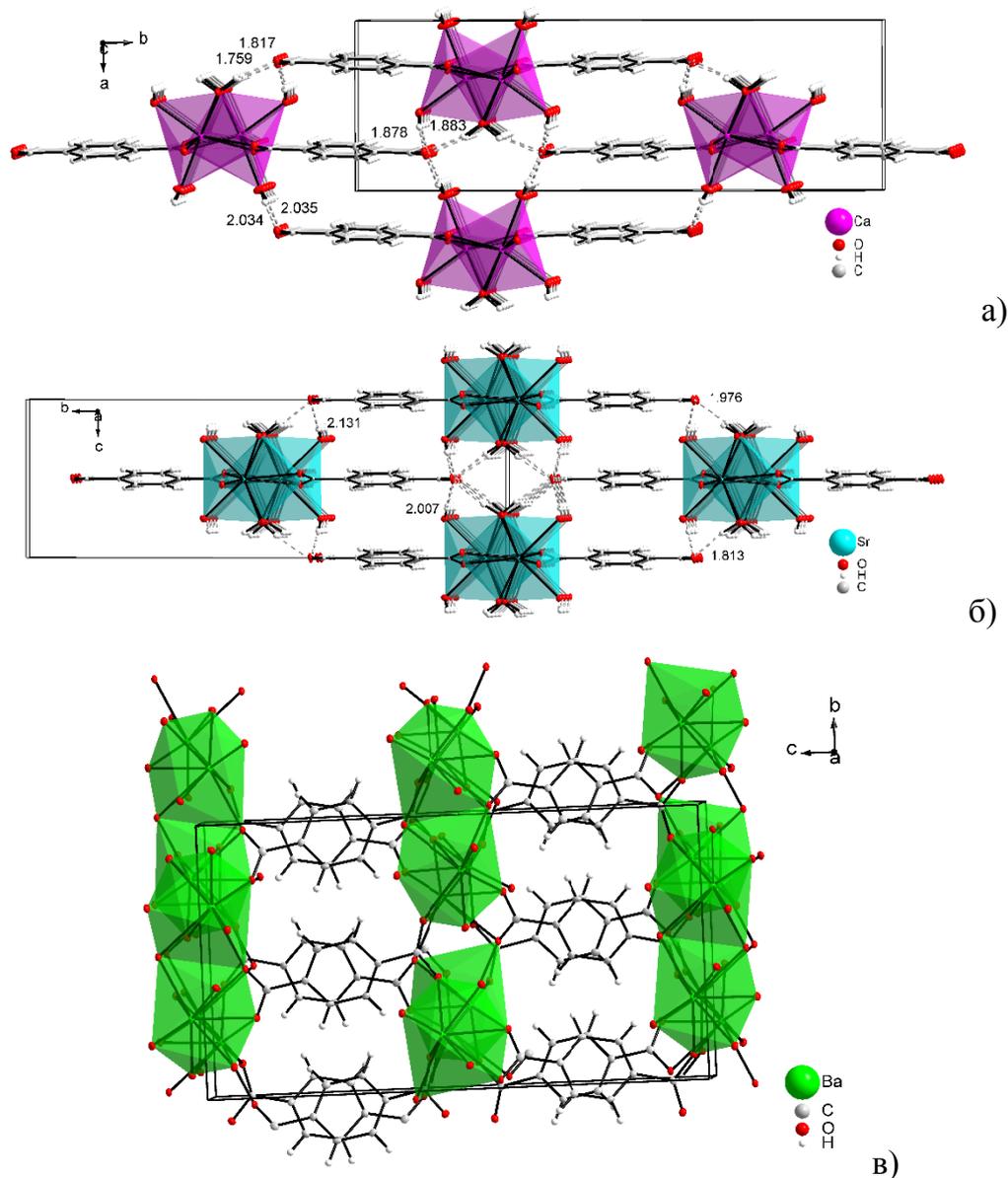


Рис. 1. Структура соединений 2 (а), 3 (б), 4 (в)

Рентгенофазовый анализ образцов показал, что соединения **2** и **3** имеют близкую структуру. Результаты рентгеноструктурного анализа (РСА) подтверждают то, что эти соединения имеют одинаковый мотив упаковки, хотя и описываются в разных пространственных группах (рис. 1а, 1б). Образцы **1–3** имеют в своем составе координированные молекулы воды, что подтверждается ИК-спектроскопией (наличие интенсивных полос поглощения в области 3300–3400 см⁻¹) и РСА (рис. 1а, 1б). ВаТР (**4**) не имеет молекул воды в своей кристаллической решетке (рис. 1в). На ИК-спектрах всех терефталатов в области около 1550 см⁻¹ присутствуют полосы, которые могут быть соотнесены с валентными колебаниями карбоксилат-анионов.

На первой стадии разложения соединений **1–3** происходит отщепление координированных молекул воды. Соединение **1** при дальнейшем нагревании теряет две молекулы СО₂ (процесс декарбоксилирования) в одну стадию (стадия 2), в то время как в случае **2–4** декарбоксилирование протекает в две близких по температуре стадии. В результате нагревания до 1000 °С образуется рентгеноаморфный стеклоуглерод, в котором присутствуют фазы MgO, CaO, SrO и BaO соответственно в случае **1, 2, 3** и **4**, идентифицируемые по дифрактограммам. Наиболее устойчивым к нагреванию является терефталат бария, наименее устойчивым – терефталат магния.

Основные стадии процессов термолитиза соединений **1–4**

Стадия	T, °C	$\Delta m_{\text{расч}}$	$\Delta m_{\text{изм}}$	Основной процесс
MgTP * 2H₂O (1)				
I	30–260	16,2 %	16,1 %	– 2H ₂ O
II	495–645	39,3 %	35,9 %	– 2CO ₂
CaTP * 3H₂O (2)				
I	30–180	20,9 %	18,3 %	– 3H ₂ O
II	510–640	34,1 %	19,5 %	– CO ₂
III	640–780		21,6 %	– CO ₂
SrTP * 3H₂O (3)				
I	30–190	17,7 %	13,9 %	– 3H ₂ O
II	500–725	28,8 %	18,2 %	– CO ₂
III	725–900		18,2 %	– CO ₂
BaTP (4)				
I	670–750	29,2 %	35,9 %	– 2CO ₂
II	750–990			

Библиографический список

- Zhou, H. Metal-organic frameworks (MOFs) / H. Zhou, S. Kitagawa // Chem. Soc. Rev. – 2014. – Vol. 43. – P. 5415–5418. DOI: 10.1039/C4CS90059F
- Luminescent sensors based on Ln(III) 2,5-diiodoterephthalate coordination polymers / A.S. Zaguzin, P.A. Abramov, M.I. Rakhmanova et al. // Polyhedron. – 2024. – Vol. 253. – 116908. DOI: 10.1016/j.poly.2024.116908

3. The chemistry and applications of metal-organic frameworks / H. Furukawa, K.E. Cordova, M. O’Keeffe et al. // *Science*. – 2013. – Vol. 341, No. 6149. DOI: 10.1126/science.1230444

4. Benzene-Templated Hydrothermal Synthesis of Metal-Organic Frameworks with Selective Sorption Properties / E. Choi, K. Park, C. Yang et al. // *Chemistry – A European Journal*. – 2004. – Vol. 10, No. 21. – P. 5535–5540. DOI: 10.1002/chem.200400178

5. Sud, D. A comprehensive review on synthetic approaches for metal-organic frameworks: From traditional solvothermal to greener protocols / D. Sud, G. Kaur // *Polyhedron*. – 2021. – Vol. 193. – 114897. DOI: 10.1016/j.poly.2020.114897

СЕКЦИЯ: СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

ВЫСШАЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА

УДК 159.9

СОЦИАЛЬНАЯ КРЕАТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ РИСКОВ

А.С. Калашникова

Статья исследует роль социальной креативности в преодолении глобальных рисков (пандемий, климатических кризисов, цифровой трансформации). Анализируются ее ключевые характеристики: способность генерировать нестандартные решения в условиях неопределенности, дуализм просоциальных и асоциальных проявлений, зависимость от социокультурного контекста. На основе современных исследований показано, что социальная креативность служит механизмом адаптации, трансформируя угрозы в возможности через коллективные инновации. Особое внимание уделено условиям ее развития, включая управляемую неопределенность и междисциплинарное взаимодействие.

Ключевые слова: глобальные риски, социальная креативность, неопределенность, адаптация, инновации, просоциальное поведение, коллективные решения

Актуальность. В условиях нарастания глобальных рисков – таких как пандемии, климатические кризисы, геополитическая нестабильность, цифровая трансформация и социальное неравенство – возрастает потребность в новых подходах к решению сложных проблем. Традиционные методы управления и социального взаимодействия зачастую оказываются недостаточно эффективными, что требует развития социальной креативности – способности общества генерировать инновационные, гибкие и адаптивные решения в ответ на вызовы времени.

Подходы к изучению социальной креативности и глобальных рисков. Социальная креативность проявляется в способности индивидов, групп и институтов переосмысливать существующие практики, находить нестандартные пути кооперации и создавать устойчивые модели развития. В контексте глобальных угроз она становится ключевым ресурсом для обеспечения социальной сплоченности, снижения уязвимости и формирования антихрупких систем.

В современном мире человечество сталкивается с новым классом угроз, качественно отличающихся от традиционных опасностей. Глобальные риски, в отличие от локальных кризисов, характеризуются тремя ключевыми особенностями: трансграничным характером (не признают нацио-

нальных границ), системным воздействием (затрагивают все сферы жизни общества) и нелинейностью последствий (способны вызывать каскадные эффекты в различных областях). По определению Т.А. Нестика, глобальные риски представляют собой «комплекс потенциальных угроз антропогенного и природного характера, которые в условиях взаимосвязанности современного мира способны привести к необратимым изменениям в глобальных системах жизнеобеспечения». К их числу относятся климатические изменения, пандемии, киберугрозы, технологические катастрофы и другие вызовы, ставящие под вопрос устойчивое развитие цивилизации [1].

Особенностью современных глобальных рисков является их антропогенная природа – даже природные катастрофы сегодня все чаще оказываются следствием или усиливаются человеческой деятельностью. Это создает принципиально новую ситуацию, когда традиционные механизмы реагирования на угрозы становятся неэффективными, а управление рисками требует инновационных подходов и коллективных решений на международном уровне.

В данном контексте особую актуальность приобретает изучение социальной креативности как ресурса адаптации к глобальным вызовам. Способность общества к генерации нестандартных решений, переосмыслению существующих практик и формированию новых моделей кооперации становится критически важной для обеспечения устойчивого развития в условиях нарастающей неопределенности.

В то время как традиционная креативность проявляется в предметной деятельности (научной, художественной или технической), *социальная креативность* представляет собой особую форму творчества, проявляющуюся в сфере межличностных отношений и социального взаимодействия. В отличие от предметной креативности, связанной с конкретными видами деятельности, она характеризуется способностью находить нестандартные решения социальных задач, гибко адаптироваться к изменяющимся условиям общения и создавать новые формы социального взаимодействия.

Социальная креативность принципиально отличается от индивидуальной тем, что возникает не в изоляции, а в процессе взаимодействия между людьми, их знаниями и культурным контекстом. Если индивидуальное творчество ограничено личным опытом и способностями одного человека, то социальная креативность формируется через коллективное обсуждение, интеграцию разных точек зрения и использование технологий, облегчающих совместную работу. Г. Фишер подчеркивает, что различия во взглядах (пространственных, временных, концептуальных) не препятствуют, а, наоборот, стимулируют креативный процесс, позволяя находить более сложные и инновационные решения. Таким образом, социальная креативность превосходит индивидуальную за счет многоголосия, рефлексивного диалога и способности объединять специалистов из разных областей для достижения общих целей [2].

В работах отечественных и зарубежных психологов социальная креативность определяется через призму реализации процессов человеческого общения, которое, по утверждению Г.М. Андреевой, представляет собой диалектическое единство межличностных и общественных отношений. Анализ различных подходов позволяет выделить два основных вектора в понимании этого феномена. С одной стороны, социальная креативность рассматривается как индивидуальная способность к нестандартному решению ситуаций межличностного взаимодействия (А.А. Поппель, Е.В. Конова, Е.В. Сохан, Е.С. Ермакова, А.Е. Ильиных, С. Муширу, Т.И. Любарт). С другой – как потенциал для создания социальных инноваций и преобразования общественных отношений (Г. Фишер, С.Ю. Канн, С.Б. Фиников, О.М. Разумникова, В.Ю. Писарева, Н.В. Мешкова и др.). Объединяющим ядром этих подходов является представление о социальной креативности как о комплексном качестве личности, включающем мотивационные (стремление к самоактуализации), когнитивные (социальное воображение), эмоциональные (эмпатия) и поведенческие (коммуникативная гибкость) компоненты [3–5].

Исследователи (Н.В. Мешкова, С.Н. Ениколопов, Ю.И. Жаринова, Д.Д. Муковнина) выделяют два типа социальной креативности в зависимости от направленности и последствий генерируемых решений. Просоциальная креативность предполагает создание оригинальных решений, приносящих пользу обществу или отдельным людям. Асоциальная креативность, в свою очередь, включает генерацию вредоносных идей, которые могут быть как непреднамеренно негативными (негативная креативность), так и сознательно злонамеренными (антисоциальная креативность) [6].

Социальная креативность и неопределенность. По мнению А.А. Поппеля, одним из обязательных условий для создания новых идей является творческая среда. При этом наиболее действенным условиям поиска и нахождения нестандартных решений является неопределенность среды. Интересно, что именно неопределённость лежит в основе глобальных рисков – сложных, непредсказуемых ситуаций, требующих нестандартных решений. В такой среде человек вынужден отказываться от шаблонов и искать новые пути, что и стимулирует креативность [4].

Ряд зарубежных исследователей также подчеркивают, что неопределенность является стимулом для проявления креативности. Именно в условиях неясности и непредсказуемости рождаются нестандартные решения. Когда привычные схемы перестают работать, человек вынужден выходить за рамки шаблонов, экспериментировать и искать новые пути [7–9].

При этом важно отметить, что креативность – не просто реакция на неопределенность, но и инструмент ее преодоления. Социальная креативность, проявляясь в коллективных действиях, помогает адаптироваться к кризисам, трансформируя угрозы в возможности для инноваций.

Неопределенность, нарушая привычные схемы мышления и действия, создает эмпирически дестабилизирующую ситуацию, которая, однако, открывает горизонт творческих возможностей [10]. В таких условиях индивид, сталкиваясь с эпистемологической и онтологической нестабильностью, вынужден выходить за рамки шаблонов, что стимулирует генерацию новых решений. Ключевым аспектом модели является цикличность этого процесса: временное разрешение неопределенности через творческое действие обеспечивает стабилизацию, которая впоследствии может быть пересмотрена при новых столкновениях с неопределенностью, формируя тем самым динамический механизм адаптации. При этом творческий ответ, хотя и не гарантирует успеха, позволяет переосмыслить реальность и улучшить благополучие, несмотря на риск негативных последствий [11].

Социальная креативность как ресурс адаптации к глобальным вызовам. Актуальные исследования подтверждают взаимосвязь между социальной креативностью и адаптацией к глобальным вызовам. В частности, установлено, что генеративное поведение, выражающееся в ответственности перед будущими поколениями, значимо коррелирует с готовностью к совместному преодолению угроз, снижением фаталистических установок и ориентацией на кооперативные стратегии решения глобальных проблем. Эти данные свидетельствуют, что социальная креативность, проявляющаяся в проактивной заботе о долгосрочных последствиях, выступает важным ресурсом формирования адаптивных практик в условиях неопределенности. Ключевыми факторами такой креативности выступают способность к упреждающему планированию (проактивный копинг) и высокий уровень социального доверия, создающие основу для инновационных коллективных решений [1].

Особый интерес представляет влияние социокультурного контекста (по Симонтону – «Духа времени») на проявление разных видов социальной креативности, что особенно ярко проявилось во время пандемии COVID-19 и других кризисных ситуаций. Как показывает анализ кризисных периодов (например, пандемии COVID-19 или геополитических конфликтов), угрожающая социальная среда может одновременно стимулировать как просоциальные инновации (коллективные решения проблем), так и «темную» креативность – изохронные формы дезинформации, мошенничества или агрессивных действий. Этот дуализм особенно актуален для понимания социальной креативности в условиях современных глобальных вызовов [5, 12].

Заключение. В условиях глобальных рисков социальная креативность становится ключевым ресурсом адаптации, позволяя преобразовывать неопределенность в инновационные решения. Исследования подтверждают ее двойственную природу: с одной стороны, она стимулирует просоциальные инициативы и кооперативные стратегии, с другой – может проявляться в «темных» формах. Развитие социальной креативности требует созда-

ния сред, балансирующих структуру и открытость, где неопределенность выступает катализатором коллективного творчества. Перспективным направлением является интеграция междисциплинарных подходов для формирования антихрупких социальных систем.

Библиографический список

1. Человек в условиях глобальных рисков: социально-психологический анализ / под ред. Т.А. Нестика, А.Л. Журавлева. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2020. – С. 21–46. – (Психология социальных явлений).
2. Фишер, Г. Развитие социальной креативности: пусть все голоса будут услышаны / Г. Фишер // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2005. – Т. 2. – № 4. – С. 57–64.
3. Ильиных, А.Е. Социальная креативность личности: психологическая структура // Изв. Саратов ун-та. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. – 2011. – № 3. – С. 74–77.
4. Попель, А.А. Социальная креативность: новые подходы к конструированию понятия / А.А. Попель // Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социал. науки. – 2014. – № 3 (35). – С. 129–135.
5. Нестерова, Е.М. Социальная креативность: сравнительный анализ отечественных и зарубежных научных работ / Е.М. Нестерова // Научное мнение. – 2024. – № 1-2. – С. 78–85. DOI: 10.25807/22224378_2024
6. О взаимосвязи видов социальной креативности с моральной идентичностью и толерантностью / Н.В. Мешкова, С.Н. Ениколопов, Ю.И. Жаринова, Д.Д. Муковнина // Вестник Моск. ун-та. Серия 14. Психология. – 2022. – № 4. – С. 159–178. DOI: 10.11621/vsp.2022.04.07
7. The Uncertainty of Creativity: Opening Possibilities and Reducing Restrictions Through Mindfulness / D. Henriksen, C. Richardson, N. Gruber, P. Mishra // Uncertainty: A catalyst for creativity, learning and development. – 2022. – P. 103–124. DOI: 10.1007/978-3-030-98729-9_7
8. Runco, M.A. Uncertainty Makes Creativity Possible / M.A. Runco // Uncertainty: A Catalyst for Creativity, Learning and Development / Eds. R.A. Beghetto, G.J. Jaeger. – Cham: Springer, 2022. – Vol. 6: Creativity Theory and Action in Education. – P. 3–20. DOI: 10.1007/978-3-030-98729-9_3
9. Uncertainty as an asset for creativity? Dynamic shifts between embracing, ignoring and fixing uncertainty: the cases of music and pharma / O. Ibert, G. Jackson, T. Theel, L. Vogelgsang // Organized Creativity Discussion Paper. – 2018. – No. 18/1. – <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/forschung/organized-creativity/discussion-paper01> (дата обращения: 25.04.2025).
10. Beghetto, R.A. There is no creativity without uncertainty: Dubito Ergo Creo // Journal of Creativity. – 2021. – Vol. 31. – P. 100005. DOI: 10.1016/j.yjoc.2021.100005
11. The Dark Side of Creativity / Eds. D.H. Cropley, A.J. Cropley, J.C. Kaufman, M.A. Runco. – New York: Cambridge University Press, 2010. – 339 p.
12. Мешкова, Н.В. Социальная креативность и социальный контекст: перспективы исследования / Н.В. Мешкова // Современ. зарубеж. психология. – 2023. – Т. 12. – № 1. – С. 100–108. DOI: 10.17759/jmfp.2023120111

ЦИФРОВОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ОСНОВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНТОВ

М.И. Рыжкова

Статья рассматривает влияние цифрового пространства на когнитивные процессы студентов поколения Z. Анализируются ключевые аспекты вовлеченности в цифровую среду, её влияние на внимание, память, восприятие и критическое мышление. Исследуются положительные эффекты, такие как развитие гибкости мышления и адаптивных способностей, а также негативные последствия – перегрузка внимания и снижение концентрации. Подчеркивается значимость баланса между использованием цифровых технологий и осознанным управлением ими для полноценного когнитивного развития студентов.

Ключевые слова: цифровое пространство, студенты поколения Z, когнитивные процессы, восприятие, внимание, память, критическое мышление.

В эпоху цифровой трансформации вовлеченность в онлайн-пространство становится неотъемлемым аспектом повседневной жизни, особенно для современного поколения студентов. Родившись в информационном обществе, студенты демонстрируют более глубокую погруженность в цифровой контекст по сравнению с предшествующими поколениями, что оказывает значительное влияние на их когнитивное развитие. В частности, такие процессы, как восприятие, внимание, память и критическое мышление, приобретают ключевое значение в условиях постоянного взаимодействия с цифровыми технологиями.

Для изучения данной проблемы необходимо прежде всего определить сущность понятия «цифровое пространство». Цифровое пространство представляет собой многокомпонентную структуру, объединяющую информационные и коммуникационные технологии, которые включают в себя широкий арсенал инструментов и платформ, таких как электронные ресурсы, социальные сети, образовательные платформы и специализированные приложения. Данная среда обеспечивает ряд функциональных возможностей, среди которых обмен и хранение данных, социальное взаимодействие, поддержка образовательного процесса, профессионального развития, а также формирование и укрепление социальных связей. Активное вовлечение в цифровое пространство подразумевает не только регулярное использование соответствующих технологий, но и создание контента, творческое самовыражение и персональное развитие.

Рассматривая концепт «вовлеченности» в цифровые технологии исследователь Nkomo и др. (2021) подчеркивает отсутствие единой концепции вовлеченности учащихся в использование цифровых технологий. Авторы акцентируют внимание на необходимости более глубокого анализа данного феномена [1].

В работе Wiseman (2016) под цифровой вовлеченностью студентов понимается общая вовлеченность студентов в учебный процесс и выполнение конкретных учебных задач в цифровой образовательной среде [2].

Еще одна точка зрения представлена исследователями Saleem и др. (2024), которые рассматривают цифровое взаимодействие как активное участие и вовлеченность людей в цифровое пространство, характеризующееся междисциплинарным общением, мобильностью, эффективностью, демократичностью, интерактивностью и эмоциональностью, влияющими на процессы принятия решений в гибридных инфосоциальных системах [3].

Исследователи также отмечают, что вовлеченность людей в цифровые платформы и технологии характеризуется интерактивностью, применением визуальных нарративов для привлечения внимания и улучшения восприятия материала, стимулирования вовлеченности посредством создания иммерсивных впечатлений, т. е. эффекта полного погружения в искусственную среду.

Кроме того, вовлеченность в цифровое пространство включает в себя как количественные показатели, так и качественный опыт [4]. В данном контексте количественные показатели связаны с такими параметрами как частота использования цифровых ресурсов, количество времени, проведенного в онлайн-среде и т. д. Эти данные позволяют оценить уровень активности пользователя в числовом выражении.

Качественный опыт, напротив, относится к субъективным аспектам взаимодействия с цифровыми технологиями, таким как удовлетворенность пользователя, глубина усвоения информации, эмоциональный отклик, мотивация к использованию тех или иных инструментов, уровень самовыражения, а также общее впечатление от использования цифровых платформ. Качественная оценка помогает понять, насколько эффективно и комфортно пользователи воспринимают и используют цифровые технологии, какие эмоции и чувства вызывают у них эти взаимодействия.

Как концепция, вовлеченность многомерна и основана на когнитивном, аффективном и поведенческом измерениях, включающий коммуникацию, взаимодействие и обмен, с результатами, которые оцениваются по их последствиям или значимости [5].

Как было отмечено в исследованиях выше, когнитивные факторы являются одной из значимых составляющих вовлеченности студентов в цифровое пространство. Можно отметить, что когниции играют важную роль в вовлечении людей в цифровое пространство, поскольку именно от них

зависит восприятие информации, принятие решений и взаимодействие с цифровыми технологиями.

Цифровое пространство, будучи обширной экосистемой интерактивных технологий и информационных потоков, способно трансформироваться из простого инструмента передачи данных в полноценную платформу для реализации когнитивных процессов. Цифровое пространство представляет собой возможность для углубления познавательной деятельности, способствуя развитию критического мышления, креативности и адаптивности, и в то же время оказывает определенное влияние на изменения когнитивных процессов современных студентов.

В исследованиях как отечественных, так и зарубежных авторов сообщается, что представители поколения Z демонстрируют уникальные особенности, такие как сокращение времени удержания внимания на одном объекте, а также различия в стиле мышления, скорости и характере восприятия и переработки информации [6]. Обозначенные особенности когнитивной сферы студентов требуют более детального анализа.

Цифровое пространство насыщено множеством стимулов, конкурирующих за внимание пользователя-студента, так, во внимание попадают уведомления, мессенджеры, социальные сети, реклама и другой медиа-контент. Чтобы успешно ориентироваться в этом информационном потоке, необходимы хорошо развитые навыки управления **вниманием**.

Когнитивная способность управлять вниманием помогает людям сосредоточиваться на нужных аспектах цифрового мира и избегать перегрузки информацией. Однако избыток информации может привести к рассеиванию внимания и снижению эффективности взаимодействия с цифровыми платформами. Эффективное выполнение задач в цифровом мире требует способности поддерживать концентрацию на одном действии в течение длительного времени. В условиях постоянных прерываний концентрации внимания в результате уведомлений, звонков, сообщений, это становится сложной задачей [7].

В исследовании Ивакиной, Панина и Широкова (2021) было выявлено, что современным студентам становится всё труднее удерживать внимание на одном объекте. Согласно данным Microsoft (2015), средняя продолжительность концентрации внимания снизилась с 12 до 8 секунд у представителей нового поколения. Вероятно, это обусловлено необходимостью нового поколения воспринимать и обрабатывать достаточно большое количество информации за короткий промежуток времени. В результате время, выделяемое на восприятие каждого отдельного информационного фрагмента, существенно уменьшается [6].

Для эффективного использования цифровых технологий важную роль играет такой когнитивный процесс, как **память**. Развитие цифровых технологий существенно изменило способы хранения и извлечения информа-

ции, что привело к трансформации роли памяти в повседневной жизни. Память позволяет запоминать последовательность действий, например, алгоритмы поиска данных, что находит отражение в исследованиях феномена «googlingmemory». Кроме того, способность студентов к запоминанию необходима для успешной адаптации к новым интерфейсам, платформам и приложениям [8].

Важно отметить, что современные учащиеся сталкиваются с увеличивающимся объемом сенсорной информации, что повышает нагрузку на кратковременную память. Частые переключения между задачами, работа в режиме нескольких экранов и постоянные отвлекающие факторы могут осложнить формирование устойчивых воспоминаний и перевод информации в долговременную память.

В контексте исследования феномена вовлеченности в цифровое пространство играет ключевую роль и такой психический процесс как **восприятие**. Данный психический процесс может иметь значение в процессе восприятия и интерпретации определенного контента, предоставляемого через разнообразные цифровые каналы. Восприятие современных студентов носит характер фрагментарности. Молодое поколение отдает предпочтение коротким, ярким и поверхностным информационным блокам, в отличие от глубоких и осмысленных материалов. Это может приводить к трудностям интеграции разрозненных информационных элементов в целостную картину, затрудняя понимание взаимосвязей между ними и проведение качественного анализа.

Критическое мышление также выступает важным когнитивным процессом, обеспечивающим эффективную вовлеченность студентов в цифровое пространство. Оно включает в себя оценку достоверности информации, выявление дезинформации и принятие обоснованных решений в цифровой среде. Люди с развитым критическим мышлением менее подвержены манипуляциям и лучше ориентируются в потоках информации.

Исследователи Белозерова и Поляков (2021) отмечают и другую особенность мышления студентов – клиповый характер [9]. Высокая скорость поиска и переработки информации приводит к снижению критичности в отношении поступающей информации. Клиповое мышление нередко трактуется как приходящее на смену понятийному (линейному, словесно-логическому) мышлению. Цифровое поколение осуществляет поиск информации в горизонтальной плоскости (т. е. поверхностно), а не в вертикальной (не идет вглубь ее изучения) [7].

Несмотря на большое внимание исследователей к изучению феномена клиповое мышление, существуют работы, посвященные и такой способности как гибкость мышления. Это способность быстро адаптироваться к меняющимся условиям, находить нестандартные решения и использовать возможности цифровых технологий. Это имеет большое значение и высту-

пает в качестве некоторой адаптивной функции, что особенно важно, когда ключевой характеристикой цифрового пространства является высокая скорость обновления информации, а также необходимость переключаться между разными задачами при работе с цифровыми технологиями.

Подводя итоги, можно заключить, что когнитивные факторы являются одним из ключевых элементов успешной адаптации и активного участия в цифровом мире. Они определяют, насколько эффективно человек воспринимает, обрабатывает и взаимодействует с информацией в цифровой среде.

С одной стороны, вовлеченность современных студентов в цифровое пространство способствует развитию когнитивных процессов, таких как гибкость мышления, критическое мышление, улучшение навыков решения проблем и адаптационные способности в стремительно меняющемся мире. С другой стороны, активное использование цифровых технологий может привести к перегрузке внимания, снижению концентрации, ухудшению качества запоминания и удержания информации в памяти.

Таким образом, цифровые технологии оказывают двойственное влияние на когнитивное развитие, предоставляя возможности для улучшения ряда когнитивных навыков, но одновременно создавая риски для других. Баланс между активным использованием цифровых технологий и осознанным управлением этого процесса может быть связан с развитием метакогнитивных способностей, что, в свою очередь, позволит максимально раскрыть положительный потенциал технологий и минимизировать их негативные последствия. Этот вопрос может быть рассмотрен в будущих исследованиях, посвящённых феномену вовлеченности студентов в цифровое пространство.

Библиографический список

1. Nkomo, L. Synthesis of student engagement with digital technologies: a systematic review of the literature / L. Nkomo, B. Daniel, R. Butson // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2021. – Vol. 18. DOI: 10.1186/s41239-021-00270-1
2. Wiseman, P. Models for understanding student engagement in digital learning environments / P. Wiseman, G. Kennedy, J. Lodge // *ASCILITE Publications*. – 2016. – DOI: 10.14742/apubs.2016.828
3. Shekshuev, S.V. Digital participation as a kind of communicative behavior in a hybrid reality / S.V. Shekshuev, N.V. Prokazina // *Central Russian Journal of Social Sciences*. – 2024. – Vol. 19, No. 4. – P. 109–140. DOI: 10.22394/2071-2367-2024-19-4-109-140
4. Saleem, M. Navigating the complexity of user engagement: Need for normative evaluations in digital interventions / M. Saleem, L. Kühne, K. De Santis // *European Journal of Public Health*. – 2024. – Vol. 34. DOI: 10.1093/eurpub/ckae144.132
5. Adelman, V.A. Theorizing Digital Engagement in Public Relations / V.A. Adelman // *Routledge eBooks*. – 2023. – P. 38–57. DOI: 10.4324/9781003141396-5

6. Ивакина, Е.Г. Когнитивные особенности новых поколений студентов как причина изменения подходов к методологии обучения / Е.Г. Ивакина, О.Ю. Панин, Ю.А. Широков // *Соврем. проблемы науки и образования*. – 2021. – № 2. – С. 32. DOI: 10.17513/spno.30611

7. Авдеева, Е.А. Влияние цифровой электронной среды на когнитивные функции школьников и студентов / Е.А. Авдеева, О.А. Корнилова // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2022. – № 21. DOI: 10.15829/1728-8800-2022-3331

8. Пронькина, А.Н. Трансформация памяти в условиях информационного перенасыщения / А.Н. Пронькина // *Философия науки и техники*. – 2020. – № 1.

9. Белозерова, Л.А. Трансформация когнитивной сферы детей «цифрового поколения»: опыт анализа / Л.А. Белозерова, С.Д. Поляков // *Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития*. – 2021. – № 1 (37). – С. 23–32.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЯ БИБЛИОТЕКИ КАК МАРКЕР ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Ю.Г. Грехнева

Современное общество находится в процессе глубокой трансформации, вызванной цифровизацией, глобализацией и изменением способов производства и распространения знаний. В этих условиях библиотеки, как один из старейших социальных институтов, переживают значительную эволюцию, отражающую общие тенденции развития социума. В статье представлена эволюция библиотеки от материального хранилища артефактов к виртуальному пространству знаний. Приводятся современные подходы к определению понятия «библиотека».

Ключевые слова: библиотека, книга, информация, цифровизация.

Актуальность исследования обусловлена тем, что эволюция понятия «библиотека» служит своеобразным маркером более масштабных социокультурных изменений. Анализируя трансформацию функций, форм и общественного восприятия библиотек, можно проследить изменение представлений о знании, образовании и публичном пространстве в разные исторические периоды, в том числе, на современном этапе.

Термин «библиотека» дословно с греческого «βιβλιοθήκη» переводится как «книга» и «склад» (древнерусская калька книгоположьница, книгохранительница, книжьница) [1]. Словарь истории русских слов подтверждает, что изначально «библиотека» – книгохранилище, согласно записям Геннадиевской библии 1499 г. История библиотек представлена в трудах Б.Ф. Володина, А. Глухова, Л. Поластроны, Т.Д. Рубановой, О.И. Талалакиной. Первые библиотеки неразрывно связаны с возникновением государств, формирующихся в процессе развития деятельности и усложнения социальных отношений. Они собираются во дворцах представителями власти, так как их первоочередные задачи – это управление и защита государства. Фактически первые библиотеки были архивными учреждениями, где хранились государственные, хозяйственные (труды по сельскому хозяйству, математике, истории, географические карты) и другие документы.

Развитие техники и способов фиксации информации в результате усложнения деятельности позволяют в V в. до н. э. библиотекам собирать не просто все письменные (материальные) документы, а только те, что имеют социальную ценность и могут быть «тиражированы» в обществе. Увеличение объемов количества информации неизбежно способствовало распространению образования, что впоследствии, привело к появлению первых

публичных библиотек в Древнем Риме. В фонды библиотек собираются не только документы, носящие информацию практического плана, но и художественные произведения. Правители античного мира видят в библиотеке помощника усиления своего авторитета и могущества, укрепления существующих норм социальной организации. Библиотеки выступили важными центрами интеллектуальной жизни, способствуя развитию науки, образования, культуры, оказывая влияние на формирование общественного сознания.

В период формирования «варварских королевств» общественные библиотеки приходят в упадок – порой их собрания могли уместиться в одном сундуке, так как многие конгрегации полагали, что вера не нуждается в чтении, пусть даже и священных текстов. В фондах монастырских библиотек представлены сочинения отцов церкви, литургические издания, жития, писания святых и др. Несмотря на массовое уничтожение «неугодных» изданий, многие книги сохранились, среди них были оригинальные тексты. Обусловлено это рядом факторов: сохранением практики частных и светских библиотек, представляющих интерес образованных представителей общества, а также наличием сомневающихся (по разным причинам) представителей церкви в необходимости уничтожения произведений античных авторов: «в особенности на севере Европы предписания по сжиганию литературы не было исполнено» [2, с. 138].

Следующий качественный этап в развитии библиотеки связан с появлением книгопечатания. Появление книгопечатания в европейской культуре сравнивается с информационной революцией – оно способствовало активному развитию науки и образованию, а также визуально-линейному восприятию информации [3]. Книгопечатание позволило книге стать материальной базой для закрепления и быстрого распространения знаний, а библиотекам – центром распространения знаний [4].

Перемены, связанные с функционированием библиотек в XVII–XVIII вв. можно проследить через наполнение и изменение содержания самой дефиниции «библиотека» [1]. Определения эти указывают на тот факт, что с XVIII в. в обществе постепенно формируется понимание библиотеки не только как хранилища книг, но и более сложной системы, обладающей книжным фондом, собранным по теме/жанру/специальности, предназначенным для использования читателями. Это период формирования национальных библиотек и закладки идеи библиотеки как коммуникационного, культурного и образовательного центра, способствующего развитию государства [6, с. 183].

В XIX–XX вв. происходит массовизация библиотечного дела, особенно ярко проявившаяся в России. В «Указателе библиотек России», составленном в 1864 г. перечисляется всего 280 библиотек разных типов и видов, в том числе публичных и коммерческих – 136. На начало 1914 г. в России

насчитывалось 75,9 тыс. библиотек различных типов и видов с книжным фондом 46 млн томов [6, с. 142].

В советский период начала формироваться новая система библиотечной работы, основные черты которой сохраняются сегодня. Система стала удобным способом создания массовых общедоступного образования и просвещения. Важнейшая задача массовой библиотеки – продвижение «нужных» книг читателю. В работу библиотеки вводятся новые формы (продвижение книг через каталоги, картотеки, индивидуальные и массовые консультации, массовые мероприятия). Идеологический подход к формированию фондов библиотек и значительное сокращение их финансирования во второй половине прошлого века приводит к оттоку читателей и упадку значимости библиотек для общества.

Развитие информационно-коммуникационных технологий в конце XX в. первоначально способствовало развитию библиотек, предоставив им новые возможности для обработки, хранения и распространения информации. Автоматизация, внедрение электронных каталогов и баз данных значительно повысили эффективность поиска и доступа к ресурсам. В начале XXI в. в библиотеках массово открываются интернет-залы, позволяющие пользователям получить доступ к интернету. Популярность библиотек за счет такого нововведения значительно возросла, но ненадолго, так как развитие технологий позволило иметь доступ к интернету любому пользователю с личного мобильного устройства. Активное развитие цифровизации и информатизации впервые разделило библиотеку и документ. Библиотека больше не является центром сохранения и продвижения знания, теряя монополию на информацию. В таких условиях библиотекам приходится находить новые способы существования и сохранения своей значимости.

Анализ различных подходов позволяет выделить ключевые характеристики библиотеки в современном понимании. Она предстает как адаптивная открытая система, выполняющая функции накопления, систематизации и трансляции документированного знания, обеспечивающая информационную навигацию и управление знаниями [7]. При этом библиотека трансформируется в пространство интеллектуального взаимодействия, сочетающее образовательные, досуговые и коммуникативные функции [8, с. 13]. Важнейшей характеристикой современной библиотеки становится ее способность целостно отражать развитие человечества через систематизацию знаний различных областей [9]. Как отмечает Т.Б. Маркова, библиотека существует в трех взаимосвязанных пространствах: власти (институт культурной политики), информации (база знаний) и коммуникации (социальный хаб), что позволяет рассматривать ее как уникальный культурный феномен, сочетающий материальную (учрежденческую) и духовную (хранилище идей) сущность. И.Н. Тикунова, А.С. Пляхотко подчеркивают трансформацию библиотеки в культурно-просветительский центр,

обеспечивающий свободный доступ к знаниям как общественному достоянию; внедряет цифровые технологии; формирует новые культурные смыслы; отвечает многообразным запросам современного общества [10].

Таким образом, эволюция понятия «библиотека» отражает переход от узкофункционального понимания к концепции многоуровневого социокультурного института, интегрирующего традиционные функции сохранения знаний с новыми ролями в цифровую эпоху. Современная библиотека становится важнейшим элементом инфраструктуры общества знаний, сочетающим функции культурной памяти, образовательной платформы, коммуникационной площадки и центра инноваций.

Библиографический список

1. Этимологический словарь русского языка / авт.-сост. Н.М. Шанский. – Т. 1, вып. 2. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1965. – С. 115.
2. Поластрон, Л. Книги в огне: история бесконечного уничтожения библиотек. – М.: Текст, 2007. – 400 с.
3. Фуко, М. Археология знания / пер. с фр.: С. Митина, Д. Стасова. – Киев: Ника-Центр, 1996. – 208 с.
4. Мак-Люэн, М. Галактика Гутенберга / пер. с англ. А. Юдина. – Киев: Ника-Центр, 2003. – 206 с.
5. Маркова, Т.Б. Библиотека как символическое пространство культуры / Т.Б. Маркова // Вестник Волгоград. гос. ун-та. Сер. 7: Философия. Социология и соц. технологии. – 2007. – № 6 (6). – С. 182–188.
6. Нечаев, М.Г. «Библиотечный бум» на Урале в конце XIX – начале XX в. / М.Г. Нечаев // Истор., философ., полит. и юрид. науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Грамота, 2012. – № 8-1 (22). – С. 141–147.
7. Акилина, М.И. Библиотека в информационном обществе: обновление теоретических оснований / М.И. Акилина // Культура: теория и практика. – 2019. – № 3 (30). – <http://theoryofculture.ru/issues/106/1240/>.
8. Степанов, В.К. Новое видение библиотеки как социального института в обществе знаний / В.К. Степанов // Науч. и технич. библиотеки. – 2019. – № 1. – С. 7–15.
9. Арасланова, С.С. Библиотека как универсум / С.С. Арасланова // Науч. поиск: личность, образование, культура. – 2022. – № 4. – С. 70–72.
10. Пляхотко, А.С. Библиотека нового типа как региональный центр новых знаний и цифровой культуры / А.С. Пляхотко // Сервис Plus. – 2021. – Т. 15. – № 3. – С. 104–110.

К ВОПРОСУ О ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЯХ ПРОИЗВОДСТВА МУЗЫКАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ

Г.Ю. Квятковский

Сущность музыкальной деятельности определяется из четырех групп философских оснований: онтогносеологических, социально-философских, экзистенциальных и технико-технологических. Технико-технологические основания образуют сложную систему знания, включающую первичное знание об актах инженерной деятельности и вторичное знание о целевых и причинных связях между отдельными актами. К технико-технологическим основаниям отнесены установка на индивидуализацию средств воплощения творческого замысла, принцип «высокого соответствия» развития человека и техники, установка на конструирование новой ауры воспроизводимого произведения.

Ключевые слова: философия техники, музыкальный образ, духовное производство, технико-технологические основания, музыка.

Философские исследования музыки начинаются с вопросов, относящихся в область критики, прежде всего задается вопрос «как музыка оказывается возможной?». Стандартная процедура ответа на этот вопрос отсылает исследователя к основаниям музыки, обеспечивающие познанию истину и достоверность [1] – в большинстве случаев их круг ограничивается областью онтологии, позволяющей выявить сущностные черты музыки как вида человеческой деятельности и сопоставить ее с другими видами деятельности.

К онтологическим основаниям музыки можно отнести ее существование во времени («музыка существует лишь в процессе становления» [2]), ее интеллигибельный характер, обусловленный подчинением законам гармонии и позволяющий представить музыкальное произведение как специфическую форму бытия чисел (это положение восходит к Пифагору, в наиболее общей форме оно было сформулировано А.Ф. Лосевым: «музыка есть чисто алогически выраженная предметность жизни чисел, данных в аспекте чистой интеллигенции» [3]), наконец, сюда же можно отнести отмеченный Б. Асафьевым приоритет способ произнесения (интонированного слова) над содержанием произносимого [4]. Эти основания касаются всех разновидностей музыки и являются существенными ее признаками, в силу чего, например, многие произведения современной музыки, например, в жанре рэп-баттла, русского рока и авторской песни, должны быть вынесены за пределы музыки и соотнесены с прикладной литературой, поскольку они не соответствуют последнему основанию.

Исследования бытия музыки в конкретных социокультурных условиях обуславливают необходимость обращения не только к онтологическим, но

и к социально-философским основаниям музыки. Использование двух оснований позволяет дать объяснение уникальности разового акта музыкального производства и коммуникации, но не позволяет проявить панораму производства, обеспечить картине производства масштаб и глубину, т. е. продемонстрировать типичные, особенные пространственные и временные связи между актами духовного производства, реализуемые именно в музыкальной деятельности.

Примерами социально-философских оснований музыки являются утверждения о том, что музыка является разновидностью духовного производства, конечным итогом которого является преобразование человека, о том, что музыка существует только в процессе конкретной человеческой коммуникации, что содержание и глубина музыкальной коммуникации зависят человеческих качеств ее участников, явленных в процессе музыкального переживания, наконец, что произведение искусства является моделью мироздания, побуждающей человека к художественному переживанию опыта других людей.

Переход на еще более конкретный уровень видов, жанров и стилей оказывается возможным при обращении к экзистенциальным основаниям музыкальной деятельности – в тех случаях, когда они оказывают влияние (это характерно, например, для рок-музыки и производных от нее музыкальных и содержательных форм). В отношении рок-музыки такими основаниями выступают нигилистический импульс, отвергающий как недостоверный опыт предыдущих поколений, творческое сопротивление (реализуемое как «творчество наперекор всему» А. Камю), верность стихийно сформированному идеалу подлинной жизни, устремление к повышению уровня субъекта коммуникации [5]; вероятно, для прочих направлений, для которых экзистенциальные основания имеют значения, их способ конкретизации будет отличаться от приведенных выше.

Полагается, что онтологических, социально-философских и экзистенциальных оснований может быть вполне достаточно для объяснения всех сторон бытия музыки. Однако нам представляется, что по мере научно-технического и социального прогресса все больший вес будут приобретать и технико-технологические основания музыки, вне которых необъяснима уже современная музыка. Нам представляется, что техника и технология соотносятся между собой диалектически: как первичное знание об актах инженерной деятельности и как вторичное знание о целевых и причинных связях между отдельными актами; как кодирование реальности и ее декодирование. Поэтому мы полагаем поставить вопрос следующим образом – как диалектика техники и технологии становится фактором, определяющим не только формы, но и содержание производства музыкальных образов?

Технико-технологические основания производства музыкальных образов реализуются на границе соприкосновения субъектов коммуникации.

Побочным итогом реализации технико-технологических оснований становится стандартизация форм коммуникации, установка участников на взаимопонимание, принципы адекватности целей и средств коммуникации и «высокого соответствия» техники и технологий. Это свойство техники (технической воспроизводимости) отметил в работе 1936 г. Вальтер Бенъямин, указывавший, что превращение масс в субъект социального действия, в частности, духовного производства, ведет к тому, что, игнорируя ритуальную сторону приобщения к искусству, масса склонна потреблять прежде всего его информационный компонент, для чего вполне достаточно знакомства не с оригиналом, а с копией произведения. В процессе копирования, по мысли В. Бенъямина, произведение искусства утрачивает «ауру» уникального, но приобретает множество дополнительных возможностей включения в дальнейшие процессы духовного производства [6] – и, добавим мы, воспроизводства соответствующего инженерно-технического мировоззрения.

Возрастание удельного веса техники и технологий в процессе производства музыкальных образов ведет к изменению бытования музыки: продляется бытие произведения, увеличиваются масштабы коммуникации, изменяется ее характер (доминируют акты опосредованного восприятия), расширяется понятие музыкальности, и т. д.

В качестве конкретных технико-технологических оснований производства музыкальных образов мы в настоящий момент можем выделить:

1. Индивидуализацию комплексов средств воплощения творческих замыслов (композиторского и исполнительского). Формирование индивидуального стиля композитора и музыканта может быть реализовано разными способами, но, начиная с конца XIX в., в этом процессе активно принимает участие техника (виртуозного исполнения, отказа от партитур, спонтанной импровизации и т. д.) и технология (импрессионистский подход к созданию и исполнению музыкального произведения, увеличение доли программной музыки и т. д.).

2. Производство новой «ауры» произведения. Как уже было указано выше, В. Бенъямин настаивает на том, что в процессе технического воспроизводства произведение утрачивает ауру, сообщающую ему сакральность, процессу восприятия – ритуальность, а самому процессу производства и потребления – уникальность и конкретность. Но за прошедшее с 1936 г. техника и технология производства музыкального образа вышли за установленные в этой работе пределы, и в настоящее время примеры генеративной музыки, эмбиента, психоделического рока и арт-рока дают возможность утверждать о том, что средствами современной техники моделируется новая разновидность «ауры», раскрытие которой сопровождается новыми ритуалами – мы имеем в виду тот факт, что для ряда записей оказывается принципиальным вопрос обстановки, в которой проходит вос-

приятие музыки: К. Штокхаузен предлагал строить для разных произведений разные концертные залы или залы, в которых можно варьировать положение слушателей, предоставляя им возможность слышать произведение с разных точек; сторонники прослушивания музыкальных произведений в высоком качестве сделали аппаратуру класса hi-fi, виниловые проигрыватели, несколько ранее – компакт-диски своего рода новыми фетишами.

3. Принцип высокого соответствия субъектов производства и восприятия. Понятие «высокого соответствия» было взято нами из книги И. Фролова и Б. Юдина «Этика науки: Проблемы из дискуссии» [7], где оно использовалось в контексте конвергенции человека и природы, способствующей развитию потенциала того, и другого, а не подавления одного другим. Учитывая многочисленные сетования исследователей роли техники в жизни общества на прогрессирующие формы зависимости человека от техники (цифровая деменция, выученная беспомощность, ослабевание делегированных технике психологических функций и т. д.), представляется необходимым обозначить принцип высокого соответствия прогресса человека и научно-технического прогресса: прогресс в одной области должен вести к прогрессу в другой, но для этого, безусловно, требуется изменение мировоззренческих оснований человеческого существования и принципов взаимодействия с техникой.

Таким образом, можно утверждать, что специфика реализации технико-технологических оснований в производстве музыкальных образов способствует трансформации прочих оснований музыки: она больше не существует в исключительно в моменте коммуникации, в уникальном и неповторимом разовом акте исполнения и восприятия, так как любое исполнение может быть записано и воспроизведено, она больше не является элементом строго человеческой коммуникации (генеративная музыка создается в «диалоге» человека и программного обеспечения), и это требует детального и рационального описания высокого соответствия научно-технического прогресса и развития человека, а также новых принципов деятельной этики человека по отношению к самому себе, если человек все же имеет намерение сохранить себя как субъекта собственного мировоззрения и социального действия.

Библиографический список

1. Декарт, Р. Первоначала философии // Декарт, Р. Сочинения / Р. Декарт. – Т. 1. – М.: Мысль, 1989. – С. 297–422.
2. Аристотель. Политика / Аристотель. – М.: АСТ, 2017. – 240 с.
3. Лосев, А.Ф. Музыка как предмет логики // Лосев, А.Ф. Форма. Стиль. Выражение / А.Ф. Лосев. – М.: Мысль, 1995. – С. 194–369.
4. Асафьев, Б. Музыкальная форма как процесс / Б. Асафьев. – М.: Музыка, Ленинград. отд-ние, 1971. – 376 с.

5. Квятковский, Г.Ю. Основания конструирования субъекта рок-музыки / Г.Ю. Квятковский. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2024. – 186 с.

6. Беньямин, В. Производство искусства в эпоху его технической воспроизводимости: Избранные эссе / В. Беньямин. – М.: Медиум, 1996. – 240 с.

7. Фролов, И.Т. Этика науки: проблемы и дискуссии / И.Т. Фролов, Б.Г. Юдин. – М.: Политиздат, 1986. – 399 с.

УДК 069.152

МУЗЕЙ КАК ТЕХНОЛОГИЯ МЕДИАРЕАЛЬНОСТИ

О.И. Просвирнина

В статье анализируются особенности современного музея и процессы его трансформации. Установлено, что в условиях внедрения информационно-коммуникационных технологий, а также систем искусственного интеллекта в музейную деятельность, структура мировоззренческих универсалий в обществе претерпевает существенные изменения. Подчеркивается значимая роль в этих процессах музея, как субъекта-институции, выполняющего в социуме функции трансляции и репрезентации прошлого, генерации идей, смыслов, ценностей настоящего. Автор приходит к выводу, что событийный характер медиареальности, конструируемый в музее модерна, позволяет формировать желаемые представления об окружающем мире. Рассматриваемая проблема подразумевает использование возможностей современного музея для манипулирования коллективным и индивидуальным сознанием, а в отдельных случаях и в искажении истории. Утверждается, что в таком понимании музей способствует «новому опредмечиванию мира» и онтологическому «расширению» как самого человека, так и «себя».

Ключевые слова: музей модерна и постмодерна, технология, медиареальность, музеефикация реальности, «расширение человека», «новое опредмечивание вещей».

Введение. Определяющими условиями развития современной социальной системы являются процессы технологизации, автоматизации, информатизации и цифровизации, виртуализации окружающего пространства. Важное место в анализе ситуации занимает оценка и результаты исследований, где музей рассматривается как технология медиареальности. Другими словами, музей предстает перед исследователями как агрегатор механизмов и техник трансляции реалий современного мира, часто преобразованных, еще чаще, выдаваемых за искусственно конструируемые образы – симулякры [1]. Такое положение вещей следует рассматривать глубже, чем видится на первый взгляд. «Технологии медиа сегодня способны изменить

на бессознательном уровне чувственно воспринимаемые свойства вещей и, изменив образцы восприятия, образовать «новую предметность» мира» [2, с. 57]. Музей в контексте современности рассматривается как технология медиа. Во-первых, музей постмодерна предлагает онтологическое «расширение человека». В современных музеях авторы экспозиций любых тематик стремятся максимально задействовать все чувства посетителя и сформировать комплексное, системное его восприятие окружающего пространства. Во-вторых, цель выставок – конструирование «новой предметности» реального мира, побуждая человека действовать в соответствии с продуманными программами, к определенному способу освоения реальности, и ее переустройства. Поэтому «музей предстает культурной и философской конструкцией, где сходятся идеи и образ» [3, с. 17], а «медийность оказывается тотальной и растворяет, собственно, уникальный музейный опыт» [3, с. 19].

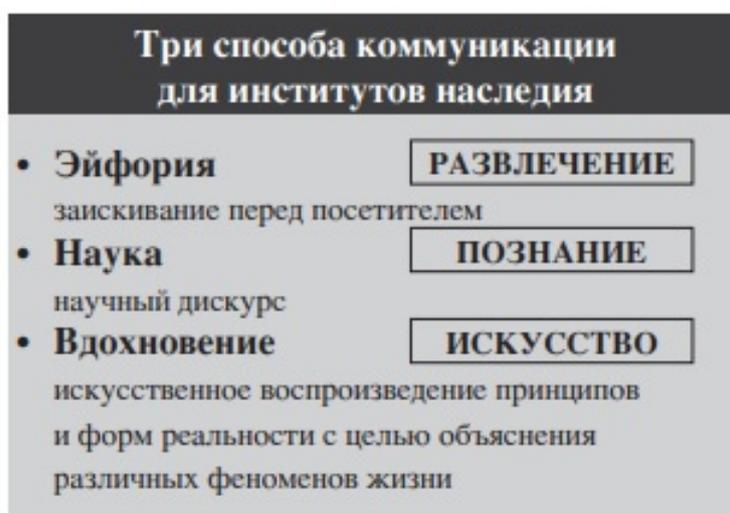
Такое положение вещей определяет цель нашего исследования – анализ особенностей современного музея как технологии медиареальности; а также вскрывает ряд значимых философских вопросов.

1. Как работает современный музей как технология медиареальности?
2. Сохраняется ли аксиологическая ценность музея у посетителей?
3. Современный музей как институт наследия сохраняет ли социально значимые функции?

Актуальность. В условиях динамично развивающегося современного общества информационного типа формируется единое коммуникационное пространство, где конструируются альтернативные образы реальности. Подобное утверждают в научном сообществе представители разных наук (психология, педагогика, культурология, история). Не остаются в стороне и философы. При этом, одним из субъектно-объектных элементов данного процесса, ученые называют музей постмодерна, подчеркивая его адаптивность и диджитализацию [4]. Особый интерес привлекают исследования о роли музея в медиaprостранстве [5], изучающие этот феномен в рамках самостоятельного направления – «медиафилософии». По вопросу причастности музея к процессу цифровизации культуры, отмечается его интеграция в «производство информации, культурных и социальных кодов, формирование «новых технологий контроля в условиях отсутствия единой системы ценностно-нормативных инвариантов, подкрепленных авторитетом традиции»» [6, с. 26]. Актуализируется тема современного музея в условиях медиареальности и в социально-политическом дискурсе [7]: усилено внимание общественности к музеям за счёт внедрения виртуальных платформ для осуществления трансляций в период пандемии COVID-19; внедрены и реализуются государственные программы в рамках Национального проекта «Цифровая культура» в России. Выше перечисленные положения дают основание утверждать, что на современном этапе своего развития музей релевантно рассматривать как технологию медиареальности.

Обсуждение. Анализ музейных практик, результаты наблюдений и приемы сопоставления подтверждают широкий спектр технических и технологических решений, применяемых в современных музеях, обеспечивающих, сохраняющих выставочных экспонатов (температурный режим хранения, влажность помещений, свет, конструкцию и т. д.), с одной стороны. С другой – позволяющих поддерживать интерес и коммуникацию с посетителями через эмерсивные выставки, элементы интерактива, виртуальные комнаты, тематические погружения, инструменты и гаджеты. Кроме того, музеи, как институты наследия и памяти, при помощи цифровых возможностей объективируют реальность современного человека, «опредмечивая» окружающую среду, создавая ее удобной, доступной, комфортной. В этом смысле, музей выступает технологией, как искусство или мастерство в вопросах научного знания по решению конкретных задач.

Учеными предлагается выделять способы коммуникации музея с посетителями. Например, на рис. 1 мы можем ознакомиться с тремя аспектами коммуникации, предложенными Т. Шола [8, с. 117] в работе 2007 г. «Вечность здесь больше не живет».



© Томислав Шола, 2007

Рис. 1. Фрагмент из книги Т. Шола «Три способа коммуникации для институтов наследия»

Автор выделяет конкретные виды деятельности человека: развлечение, познание и творчество (искусство), стимулируя которые, сконструированным пространством современного музея, будут выстраиваться отношения продуктивного взаимодействия с посетителями. Так, с использованием различных каналов воздействия и применением различных стратегий коммуникации, музей представляется технологией, которая позволяет сформировать альтернативную реальность, в том числе и в медиасреде.

Рассмотрим другой аспект. Все процессы современного человека так или иначе уже «вписаны» в медиареальность [7], т. е. нашли отражение в реальности, которая уже была сконструирована информационными технологиями в медиaprостранстве и в пространстве интернет. С этой позиции музей – технология медиареальности, так как формирует представления у посетителей о своих экспозициях, особенностях эпохи, представленной в них, образе представленных предметах, личностях и событиях или череды событий через визуально-текстовые и аудио ряды. С использованием же искусственного интеллекта, музей сегодня приобретает возможности усиливать свое присутствие в медиасреде (нейропоиск, генерирование картинок по фото или знаменитым живописным полотнам и т. д.).

Выводы. Подводя итог:

1. Современный музей является технологией, так как использует и привлекает все возможные технические и технологические решения для реализации своей деятельности в соответствии с запросами публики.

2. Музей одновременно выступает и конструктором социальной реальности (через перенесение посетителей в прошлое) и медиареальности (конструируя образы в пабликах социальных сетей, через освещение работы выставок).

3. Музей как технология медиареальности влияет на посетителей (эстетически, интеллектуально, эмоционально...) через сконструированные образы, личные истории и воспоминания, сконструированную среду и вещные атрибуты (световые решения для экспозиций, расстановка экспонатов, форма зала и т. д.).

4. Музей сохраняет свои позиции как важный социально-культурный институт, оказывающий воздействие на человека и выполняющий значимые функции в социуме.

Таким образом, мы обозначили лишь некоторый срез о музее как технологии медиареальности. И даже, несмотря на внушительный пласт исследований в различных областях науки, при всей очевидности влияния музея на человека, с развитием и укреплением возможностей искусственного интеллекта в нашей жизни, а также в условиях виртуализации пространств, музейфикации реальности и повседневности, многие вопросы остаются актуальными и требуют более основательного исследовательского подхода.

Библиографический список

1. Бодрийяр, Ж. Система вещей / Ж. Бодрийяр; пер. с фр. С.Н. Зенкина. – М.: Рудомино, 1995. – 168 с.

2. Мурейко, Л.В. Феномен вещей в медиареальности / Л.В. Мурейко // Науч.-технич. ведомости СПбГПУ. Гуманитар. и обществ. науки. – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 57–68. DOI: 10.18721/JHSS.10106

3. Антропология музея: концептосфера идей, исторического диалога и сохранения ценностных констант (материалы «круглого стола») // Вопросы философии. – 2019. – № 5. – С. 5–23. – <https://doi.org/10.31857/S004287440005052-2>.

4. Мавлютова, Н.М. Использование нейросетей в организации визуального содержания музейного пространства: опыт российских музеев / Н.М. Мавлютова // Историко-культурное наследие народов Урало-Поволжья. – 2024. – № 4. – <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neyrosetey-v-organizatsii-vizualnogo-soderzhaniya-muzeynogo-prostranstva-opyt-rossiyskih-muzeev> (дата обращения: 04.03.2025).

5. Мастеница, Е.Н. Понятие «музей» в современном научном дискурсе / Е.Н. Мастеница // Вестник СПбГИК. – 2024. – № 3 (60). – <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-muzey-v-sovremennom-nauchnom-diskurse> (дата обращения: 04.03.2025).

6. Колядко, И.Н. Цифровая трансформация общества и культуры: особенности формирования медиареальности / И.Н. Колядко // Белорус. гос. ун-т. Философия. Психология. – 2024. – № 3 – С. 23–28. EDN: HHWKNV.

7. Савчук, В.В. Медиареальность – новая среда жизни / В.В. Савчук // Культура и технологии. – 2017. – Т. 2, Вып. 1. – С. 1–5. DOI: 10.17586/2587-800X-2017-2-1-1-5

8. Шола, Т.С. Вечность здесь больше не живет: толковый словарь музейных грехов / Т.С. Шола. – Тула: Музей-усадьба Л.Н. Толстого «Ясная Поляна». – 2013. – 360 с.

УДК 101.1:316

ПОНЯТИЕ ОТЧУЖДЕНИЯ В ФИЛОСОФСКОЙ ТРАДИЦИИ

П.С. Рагозин

Отчуждение в социально-философском знании – одна из ключевых тем, заданных становлением и разворачиванием деятельности человека. В мире настоящего времени происходит формирование совершенно другой по своей природе социальной реальности, исчерпывающее объяснение которой невозможно дать в силу ее онтологии. Поэтому категориально-понятийное структурирование гибридной реальности возможно через попытку эксплицировать ее наблюдаемые признаки. Отчуждение отчетливо наблюдаемо и репрезентирует новую реальность в нескольких смысловых аспектах: оно объективно, что доказывает его генезисом, являет собой срез объективно существующего мира и конструирует образ мира.

Новые формы отчуждения – от цифровых кочевничества и беспризорности до безграничного расширения потенциала человека – указы-

вают на наличие трансформации социума и опыт освоения его человеком. Человеку предоставляется право выбора: оставаясь субъектом мира, быть в мире, создавая его смыслы или, постепенно превращаясь в агента виртуальности существовать в мире, подчиняясь логике цифрового кода.

Ключевые слова: отчуждение, актуальная реальность, виртуальная реальность, человек, субъектность, симулякр.

Введение. «Отчуждение» как понятие и явление, «спрятавшееся» за ним, привлекает внимание исследователей не одно столетие. Чаще всего его анализ сегодня начинается с обращения к работам Г. Гегеля и К. Маркса. Причем второй превосходит своего соотечественника значительно по числу обращений [1, с. 156]. Тем не менее, обращение к осмыслению отчуждения можно найти еще в Античные времена, например, «расщепление» мира на мир идей и их теней у Платона. В Средние века оно рассматривалось через призму взаимоотношений человека и Бога на ранних этапах (А. Блаженный, Ф. Аквинский и др.) и в поздний период – в эпоху Ренессанса – разум становится одним из ракурсов его рассмотрения (Н. Макиавелли, Т. Мор, Т. Кампанелла и др.): человек и Бог, человек и разум соответственно. В Новое время добавится еще один ракурс анализа – государство (Т. Гоббс, Дж. Локк и др.): человек и государство. Франкфуртская школа в лице М. Хоркхаймера, Т. Адорно, Г. Маркузе, Э. Фромма и др. не обошла проблему отчуждения своим вниманием. Было бы удивительным, если бы не обращались к ней экзистенциалисты (Ж.-П. Сартр, А. Камю, Л. Шестов и др.). Тема отчуждения за пределами классической философии оказалась наиболее востребованной в дискурсе постмодернизма/постструктурализма/постиндустриализма/постинформационности и т. п. направлениям мысли с приставкой «пост» (М. Фуко, Ж. Бодрийяр, М. Кастельс, Б. Латур и др.). Так или иначе практически все исследователи определяют отчуждение, как достаточно общую и предельно значимую философскую категорию, отражающую общественные отношения как утрату человеком атрибутов родового существа под воздействием объективных обстоятельств. Мир становится для него (человека) чужим и чуждым [2, с. 386–387].

Причиной сохранения и развития отчуждения в новых формах сегодня служит уже рынок производства симулякров и формирование нового социального слоя, номинируемого как прекариат [3]. Однако, следуя диалектической логике, одновременно идет и процесс разотчуждения, которое может стать темой самостоятельного исследования [4, с. 168].

Обсуждение. В социально-философском плане подробный анализ отчуждения действительно начинается в рамках немецкой классической философии. Г. Гегель полагал, что «все то, что совершается <...> стремится лишь к тому, чтобы дух себя познал, сделал себя самого предметом, нашел

себя, стал для самого себя, объединился с собой; он есть удвоение, отчуждение, но он есть это отчуждение лишь для того, чтобы он мог найти самого себя, лишь для того, чтобы он мог возвратиться к самому себе. Лишь посредством этого дух достигает своей свободы, ибо свободно то, что не имеет отношения к другому и не находится в зависимости от него. Лишь здесь появляется подлинная собственность, подлинное собственное убеждение; во всем другом, кроме мышления, дух не достигает этой свободы» [5, с. 87]. Так Г. Гегель приводит примеры проявления отчуждения, как «рабство, крепостничество, неспособность обладать собственностью, несвобода собственности и т. д.» [6, с. 122].

Однако в качестве основной «рабочей» дефиниции все-таки выступит, предложенная К. Марком и Ф. Энгельсом формулировка о том, что отчуждение есть «закрепление социальной деятельности... консолидирование нашего собственного продукта в какую-то вещественную силу, господствующую над нами, вышедшую из-под нашего контроля, идущую вразрез с нашими ожиданиями и сводящую на нет наши расчеты» [7, с. 32].

Формы отчуждения обусловлены отчужденным трудом, который все более и более усложняется, становясь в наши дни частью досуга. Появляются не только совершенно новые виды труда (сервисно-информационный, требующий действий по заданным правилам-алгоритмам, удаленная работа, фриланс, «третье место» и т. д.), но и совершенно новые формы его невосребованности (сырьевая безработица, трудовая миграция и т. п.) и, следовательно, усложняется отчуждение [8].

Тема отчуждения приобретает междисциплинарное звучание и выходит за границы сугубо научного сообщества. Теперь к ней обращаются не только философы, экономисты, психологи, социологи и др., но и представители масс-медиа, политики, обыватели. Важно подчеркнуть, что различные концепции отчуждения и подходы к его анализу мирно сосуществуют друг с другом, поскольку онтологическим основанием отчуждения выступает сам человек.

Отчуждение присутствует повсюду, где есть человек, оно сопровождает его на протяжении всей жизнедеятельности, сопровождая его становление. Более того, оно является одним из сложных механизмов этого становления в онтогенезе, филогенезе и социогенезе. Общество без отчуждения оказалось призрачной утопией, ибо создаваемое человеком неизбежно обретает свою собственную «жизнь» и отчуждается от него. Так произошло и с гибридной реальностью, образованной на границе актуальной и виртуальной, в которую сегодня пребывание человека вписано невидимой скрижалью времени.

Виртуальная реальность, созданная в результате деятельности человека, оказалась способной отчуждать человека от актуальной реальности. В ней он становится обезличенным аватаром, способным постоянно видо-

изменяться. Более того, образы виртуальной реальности оказались более значимыми, чем сама реальность.

Наступившая эпоха глобализации, предзаданная тотальным господством диктата рынка и технико-технологических «проникновений» во все сферы социального бытия, усилила отчуждение. Развертывающееся цифровое отчуждение, «захватывает» не только «сетевое» поколение. Социум становится постоянно меняющимся и «растягивающимся». Формируется цифровое кочевничество/беспризорничество. Человек вынужденно отказывается от субъектности и обреченно анонимизируется, элиминируясь от своей личности. Жизнь во многом симулируется («умные» города, рекламный образ жизни, банковские карты, онлайн-обучение, технология искусственного интеллекта, трудовой гостинг и т. д.) и конструируется, как сами человеком, так и его окружением.

На этой основе, обращаясь к анализу изменений «текучей» социальной реальности эпохи цифры, исследователи на первый план предлагают вывести проблему самоотчуждения и признание оформления ценности технократической рациональности [9]. Продиктовано это, прежде всего, медиатизацией социального хронотопа и «наступлением» техники на его организацию [10, с. 14].

В целом в литературе преобладают публикации негативного отношения к этим процессам и указывается необходимость поиска путей преодоления отчуждения в условиях новой реальности. Однако расширившаяся база отчуждения, как мы полагаем, актуализирует вопрос бытия общества и человека. Сегодня складываются не только различные формы отчуждения, но и технологии его формирования. Проявляются они наиболее явно через инструменты массовой культуры. Несмотря на эти процессы, только сам человек должен найти ответ на вопрос *кто он* – субъект или агент/объект, сделал выбор?!

Заключение. Таким образом, тема отчуждения остается актуальной в условиях новой – гибридной – реальности. Фактически, она всегда связана с проблемой субъектности человека. Важно найти человеку свое собственное место в мире как условие для дальнейшего развития и подлинного бытия совместно с ним.

Библиографический список

1. Бугалин, А.В. Человек в мире отчуждения: к критике либерализма и консерватизма. Реактуализация марксистского наследия / А.В. Бугалин // Вопросы философии. – 2018. – № 6. – С. 155–166.
2. Маркс, К. Капитал. Критика политической экономии. Том третий (Книга III: Процесс капиталистического производства, взятый в целом) // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. – 2-е изд. – М.: Политиздат, 1962. – Т. 25. – Ч. II. – 548 с.
3. Тощенко, Ж.Т. Прекариат – новый социальный класс / Ж.Т. Тощенко // Соц. исследования. – 2015. – № 6. – С. 3–13.

4. Булавка-Бузгалина, Л.А. Разотчуждение: от философской абстракции к социокультурным практикам / Л.А. Булавка-Бузгалина // Вопросы философии. – 2018. – № 6. – С. 167–179.
5. Гегель, Г.В.Ф. Лекции по философии истории / Г.В.Ф. Гегель. – СПб.: Наука, 1993. – Кн. 1. – 349 с.
6. Гегель, Г.В.Ф. Философия права / Г.В.Ф. Гегель. – М.: Мысль, 1990. – 525 с.
7. Маркс, К. Немецкая идеология // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. – 2-е изд. – М.: Политиздат, 1962. – Т. 3. – С. 7–544.
8. Срничек, Н. Изобретая будущее: посткапитализм и мир без труда / Н. Срничек, А.М. Уильямс. – М.: StrelkaPress, 2019. – 336 с.
9. Даренская, В.Н. Отчуждение как феномен разрушения социокультурной традиции / В.Н. Даренская // Гуманитар. вектор. – 2023. – Т. 18. – № 2. – С. 8–17.
10. Прилукова, Е.Г. Риски цифрового конструирования сознания современного человека: к постановке вопроса / Е.Г. Прилукова // Вишевские чтения: проблемы проектирования человека будущего: сб. материалов I Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2024. – С. 15–20.

УДК 658.821

**ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

Я.Е. Кузьмин

Статья посвящена актуальным проблемам замещения импорта строительных материалов, оборудования и технологий и программного обеспечения в российском строительном секторе в условиях санкционного давления со стороны западных стран.

В ответ на введение санкций в России реализуется комплекс мер по замещению импорта и налаживанию собственного производства по ключевым товарным позициям в строительной отрасли. Однако на современном этапе доля импорта строительных материалов, сырья, оборудования, машин и механизмов и ПО из «недружественных стран» в российской строительной отрасли по многим категориям остается высокой.

Рассматриваются ключевые аспекты зависимости от иностранных технологий и пути их преодоления, предпринимаемые государством.

Ключевые слова: импортозамещение, строительная отрасль, строительное оборудование, строительные материалы.

Актуальность. Строительная отрасль является одной из ключевых и системообразующих в экономике страны. Она играет важную роль в обеспечении экономического роста, демографического развития и создания добавленной стоимости, способствуя повышению благосостояния населения. Кроме того, строительство тесно связано с другими отраслями экономики, выступая драйвером развития для смежных секторов, таких как металлургия, лесная промышленность, энергетика и ЖКХ [1].

В условиях глобальной геополитической нестабильности и санкционного давления импортозамещение в строительной отрасли становится стратегическим приоритетом для обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития экономики. Строительный комплекс, как основа инфраструктурного и жилищного развития, традиционно зависит от импортных технологий, материалов, оборудования и программного обеспечения. Однако ограничения на поставки, логистические разрывы и технологические ограничения выявили системные уязвимости отрасли, требующие комплексного анализа и оперативных решений.

Исследование этих проблем актуально не только для минимизации внешних рисков, но и для формирования технологического суверенитета отрасли. Успешное импортозамещение позволит сократить издержки, повысить качество объектов строительства и создать новые цепочки добавленной стоимости.

1. Проблемы импортозамещения строительных материалов. Главной сложностью в отрасли остается значительная зависимость от зарубежных поставок стройматериалов из недружественных государств. На момент старта программы импортозамещения в 2014 г. иностранная продукция занимала 50–90 % рынка в различных категориях. Например, в сегменте строительных материалов импортные товары составляли 70–90 %, а к 2020 г. планировалось сократить эту долю до 50–60 %. По данным Минстроя, уже к 2018 г. показатель снизился до 20 %, однако в коммерческом и премиальном сегментах зарубежная продукция сохраняла лидерство, превышая 50 % [2].

К февралю 2022 г. в рамках программы импортозамещения доля иностранных материалов в массовом сегменте сократилась до рекордных 4 %. Однако в коммерческой недвижимости импорт составлял 20–30 %, а в премиум-классе – 30–40 %. Это свидетельствует о заметном прогрессе, особенно в сегменте массового строительства, где локализация оказалась наиболее эффективной. Тем не менее, сегменты с повышенными требованиями к качеству и технологичности по-прежнему зависят от внешних поставок [1, 3].

Критическая зависимость наблюдается и в инженерных системах: до 70 % оборудования для кондиционирования, вентиляции, пожарной безопасности, автоматизации управления, а также сантехнической арматуры поставляется из-за рубежа. Это подчеркивает необходимость дальнейшего развития высокотехнологичных производств в России для достижения полной отраслевой самостоятельности [4].

Так, в сегменте строительства объектов массового жилья объем импортных материалов составляет всего 5 %, в сегменте строительства инженерных сооружений – 10 %, в это время в сегменте промышленных объектов и административных зданий и социальных объектов доля импортных материалов остается высока и составляет 35 и 25 % соответственно (рис. 1).

Согласно исследованию «Потребности импортозамещения в промышленности строительных материалов» проведенному Национальным объединением производителей строительных материалов и строительной индустрии (НОПСМ) и аналитическим центром промышленности стройматериалов «СМПРО». Из проведенных данных становится видно, что строительная отрасль имеет высокую зависимость от иностранных строительных материалов (рис. 2) [5, 6].

Исходя из данных представленных на рис. 2 можно сделать вывод, что на данном этапе наибольшая зависимость от импортных строительных материалов наблюдается в следующих категориях: фасадная клинкерная

плитка (97 %), саморезы и фасадный крепеж (85 %), герметики и клеи (80 %), строительная химия (60 %), монтажные пены и лицевой кирпич (45 %) и т. д.

Для решения данных проблем в России реализуется комплекс мер по снижению зависимости от импортных строительных материалов.



Рис. 1. Доля импортных материалов по основным группам строительных объектов

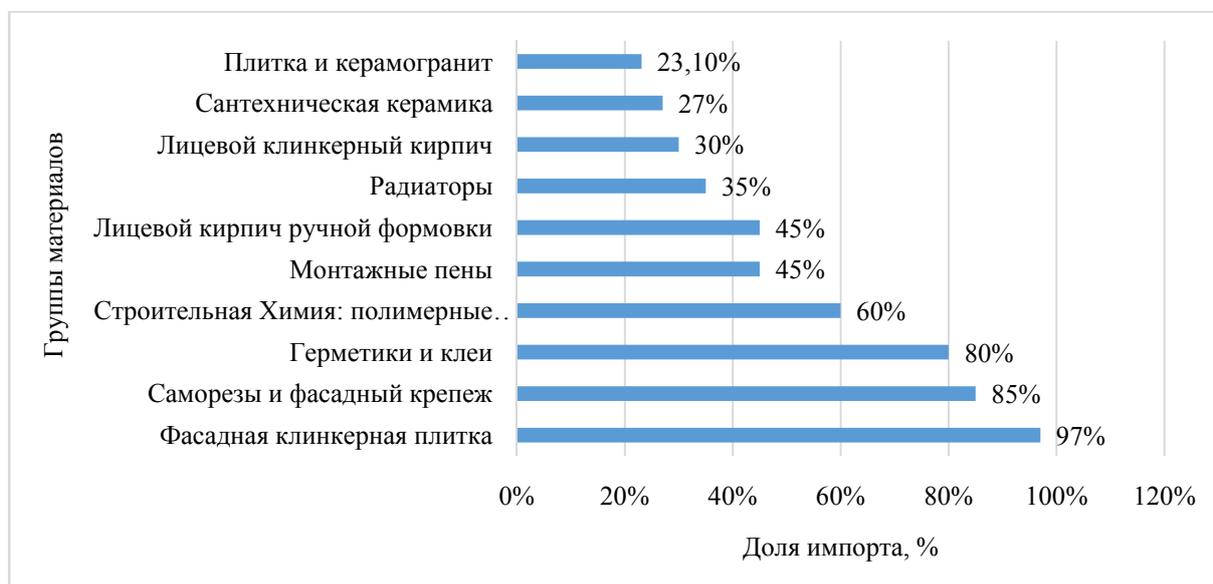


Рис. 2. Доля импортных материалов в российской строительной отрасли

Для стимулирования импортозамещения в строительной отрасли российское правительство продлило до конца 2025 года упрощенный порядок подтверждения пригодности новых материалов, конструкций и технологий, не регламентированных действующими нормативами и стандартами. Эта мера направлена на ускорение внедрения отечественных аналогов,

особенно в условиях санкционных ограничений. Минстрой в январе подготовил проект приказа, устанавливающий полномочия ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» по выдаче технических свидетельств для новых стройматериалов. Централизация экспертизы позволит унифицировать процедуры оценки, исключить дублирование функций между ведомствами и создать единую базу одобренных решений, доступную для строительных компаний. Сокращение сроков согласования с 90 до 10 рабочих дней способствует оперативному замещению импортной продукции и снижению рисков дефицита [7, 8].

Для снижения зависимости от иностранных поставок Минстрой России и Национальное объединение строителей «НОСТРОЙ» запустили специализированный каталог импортозамещения. В рамках проекта межведомственная рабочая группа проводит оценку соответствия отечественных стройматериалов и продукции из дружественных государств зарубежным аналогам. Данный каталог продолжает обновляться и расширяться [7, 9, 10].

2. Проблемы импортозамещения оборудования и техники. Строительная отрасль России столкнулась с вызовами в сфере импортозамещения оборудования и техники после введения санкций. Исторически зависимая от зарубежных технологий, отрасль испытывает острый дефицит высокотехнологичной техники, такой как производственное оборудование, башенные краны, экскаваторы, буровые установки, которые ранее поставлялись из стран ЕС, Японии и США. Отечественные аналоги пока не могут полностью закрыть потребности рынка из-за ограниченных производственных мощностей и технологического отставания.

Как свидетельствуют данные Минстроя России, сектор строительства сохраняет высокую зависимость от иностранных поставок. Около 70 % специализированной техники и механизмов, задействованных в отрасли, по-прежнему ввозится из-за рубежа. При этом современное производство строительных материалов в стране почти полностью основывается на зарубежных технологиях, что создает зависимость как от поставок нового оборудования, так и от поставок комплектующих и обслуживания уже закупленного оборудования [2].

Так, согласно исследованию Национального объединения производителей строительных материалов и строительной индустрии (НОПСМ) и аналитического центра промышленности стройматериалов «СМПРО» наибольшая зависимость от импорта наблюдается по оборудованию для производства строительных ресурсов и их компонентов: производство минеральной изоляции и цемента зависит от импорта на 70 %, стекла и сухих смесей – на 80 %. Особенно уязвимыми остаются сегменты вспененного пенополистирола (ППС/EPS) и строительной химии с 90 % импортозависимости. Наибольшие проблемы наблюдаются в производстве отделочных материалов (плитка, керамогранит, сантехкерамика, кирпич, фасадная плитка) и ком-

плекующих (крепежные элементы, герметики, клеевые составы, монтажная пена), где зависимость от зарубежных поставок достигает 100 % [5].

Разработка и внедрение новых технологий требуют долгосрочных инвестиций, которые бизнес не всегда готов осуществлять в условиях нестабильности. Для преодоления проблемы требуется усиление господдержки через партнерство с бизнесом и создание специализированных научно-производственных центров.

Дополнительным барьером становятся затяжные сроки разработки – от исследований до серийного выпуска оборудования проходит несколько лет. Это заставляет компании отдавать предпочтение параллельному импорту или закупкам у дружественных стран вместо инвестиций в собственные разработки. Без сокращения временных и финансовых издержек на всех этапах цикла конкуренция с иностранными аналогами останется невозможной.

3. Проблемы импортозамещения ПО. Российская строительная отрасль продолжает испытывать значительную зависимость от иностранного программного обеспечения, которая в среднем достигает 40 %. Это создает серьезные уязвимости для цифровизации строительного комплекса, особенно в условиях санкционных ограничений [4].

Ключевая проблема – высокая зависимость от зарубежных решений для проектирования (CAD), информационного моделирования зданий (BIM), управления ресурсами и инженерными расчетами. Санкционные ограничения привели к блокировке обновлений, технической поддержки и облачных сервисов, критически важных для работы таких систем. Отечественные аналоги пока не покрывают весь функционал международных платформ. Еще одна сложность – кадровый дефицит: инженеры и проектировщики десятилетиями работали в Autodesk Revit, AutoCAD, а переход на российские аналоги требует переобучения и адаптации рабочих процессов [2, 11, 12].

До 2022 года российская строительная отрасль в значительной степени зависела от зарубежного программного обеспечения, используя такие продукты как Autodesk BIM 360 для управления документацией, Revit для проектирования, а также AutoCAD и Civil 3D для инженерных работ. Эти решения стали отраслевым стандартом за полтора десятилетия активного применения. Однако весной 2022 года ситуация резко изменилась – многие международные IT-компании, включая Microsoft, Adobe, SAP и Oracle, приостановили свою деятельность в России, что создало серьезные проблемы для строительного комплекса. До ухода зарубежных IT-компаний доля отечественного софта не превышала 10 %, но с приходом санкционных ограничений наступил активный переход на Российское программное обеспечение.

Минстрой России ведет открытый реестр отечественного программного обеспечения, разрешенного к использованию в строительстве и архитектуре. Список постоянно актуализируется, обеспечивая доступ к актуальным решениям. Совместно с Минцифры реализуются меры для внедрения российского ПО: от финансовой поддержки до продвижения на региональном

уровне. Это позволяет сократить зависимость от иностранных аналогов, обеспечивая строительные организации доступом к проверенным отечественным цифровым инструментам, соответствующим госстандартам [1].

Заключение. Таким образом, проведенный анализ проблем импортозамещения в строительной отрасли выявил следующие ключевые проблемы: критическая зависимость в сфере строительных материалов от импортных поставок, особенно по отделочным и изоляционным материалам; проблема технологического отставания в производстве строительного оборудования и спецтехники; сложность замещения иностранного программного обеспечения, где российские аналоги пока существенно уступают по функциональности и удобству использования.

Также были проанализированы меры, принимаемые государством для решения данных проблем, среди которых:

– правительство продлило до конца 2025 года упрощённый порядок одобрения новых материалов и технологий, не соответствующих текущим нормативам, что позволит быстрее внедрять отечественные аналоги в условиях санкций;

– был запущен специализированный каталог отечественных аналогов строительных материалов, оборудования и техники, включающий продукцию российского производства и поставки из дружественных государств, для замены импортных позиций;

– Минстрой России разработал перечень отечественного программного обеспечения для строительной отрасли. Эти решения призваны помочь компаниям-застройщикам, столкнувшимся с прекращением обслуживания и продления лицензий со стороны западных IT-поставщиков.

Библиографический список

1. Ларин, А.В. Механизмы импортозамещения в российской строительной отрасли в условиях санкций: особенности и проблемы / А.В. Ларин // Вестник МФЮА. – 2023. – № 3.

2. Шмырев, А.В. Импортозамещение в российской строительной отрасли в условиях Западных санкций: проблемы и пути решения / А.В. Шмырев, А.А. Яушев // Инновационная экономика. – 2023. – № 1 (34). – С. 82–99.

3. Аналитики заявили о снижении доли импорта в строительстве жилья // РБК Недвижимость. – 7 июля 2022. – <https://realty.rbc.ru/news/62c56c619a7947d94821432a> (дата обращения: 26.04.2025).

4. Минстрой России: Возможно ли импортозамещение в строительстве // РИА Новости, 12 авг. 2022. – <https://ria.ru/20220812/minstroy-1807193556.html> (дата обращения: 26.04.2025)

5. Потребности импортозамещения в промышленности строительных материалов // ООО «СМ Про», 27 мая 2022. – https://cmpro.ru/rus/news/novostirinka/stroitel_nie_materiali/proizvoditeli-stroitel_nih-materialov-dolzhni-poluchat_bol_shuyupodderzhku.html.

6. Каддуми, А. Оценка зависимости строительной отрасли от импорта оборудования, материалов и сырья / А. Каддуми, Р.Г. Абакумов // Молодёжный вестник

Новорос. филиала Белгород. гос. технол. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2024. – Т. 4, № 1 (13). – С. 64–69. DOI: 10.51639/2713-0576_2024_4_1_64

7. Яськова, Н.Ю. Проблемы реализации стратегии импортозамещения в строительстве / Н.Ю. Яськова, Л.И. Зайцева, М.Ю. Викторов // Вестник евразийской науки. – 2022. – № 4.

8. О внесении изменений в некоторые своды правил, утвержденные приказами Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: Приказ Минстроя России от 6 февр. 2025 г. № 66/пр. – Минстрой России. – <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/421007/> (дата обращения: 04.05.2025).

9. Каталог импортозамещения // Нац. объединение строителей. – <https://nostroy.ru/tism/> (дата обращения: 28.04.2025).

10. Беляева, С.В. Оценка перспектив импортозамещения строительных материалов / С.В. Беляева, Е.Ю. Семенова, А.С. Губанов // Цифровая и отраслевая экономика. – 2023. – № 4 (32). – С. 121–128.

11. Яруллин, Д.И. Проблемы импортозамещения зарубежного программного обеспечения в строительной отрасли России / Д.И. Яруллин // Междунар. журнал гуманитар. и естеств. наук. – 2022. – № 6-3.

12. Фимушкин, М.Э. Цифровые бизнес-процессы в строительстве. Основные направления импортозамещения в цифровом поле строительной отрасли / М.Э. Фимушкин, О.П. Терехова // Вестник науки. – 2023. – № 11 (68).

УДК 338.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФИНИЦИЙ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РОССИЙСКОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ

Я.В. Макаренко

Исследованы существующие на текущий момент в законодательстве РФ трактовки цифровой трансформации. Проведена декомпозиция идентифицированных трактовок по ключевым признакам. Осуществлен сравнительный анализ трактовок в разрезе выделяемых ключевых критериев, обоснована необходимость в унифицированной законодательно закреплённой трактовке цифровой трансформации с целью повышения эффективности реализации последней на предприятиях и организациях страны.

Ключевые слова: цифровая трансформация, дефиниции цифровой трансформации; правовое регулирование цифровой трансформации.

Актуальность. В настоящий момент цифровая трансформация является одним из ключевых драйверов социального и экономического развития. Проекты цифровой трансформации разрабатываются и реализуются во всех сферах: от государственного управления до промышленности. В этой

связи особую значимость приобретает законодательное регулирование цифровой трансформации, способствующее повышению ее эффективности за счет закрепления унифицированного подхода к пониманию, оценке и управлению. Исследование позволит выявить существующие проблемы и перспективы развития правового регулирования процессов цифровой трансформации.

В Конституции и Федеральных законах РФ трактовок цифровой трансформации не обнаружено. В Указе Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [1] указана цифровая трансформация как одна из национальных целей и приведены связанные с ней целевые показатели, однако отсутствует ее прямое определение.

На уровне постановлений Правительства РФ трактовки цифровой трансформации были обнаружены в постановлении Правительства РФ «О мерах по обеспечению эффективности мероприятий по использованию информационно-коммуникационных технологий в деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов управления государственными внебюджетными фондами» [2] и в постановлении Правительства РФ «О порядке учета ИТ-активов, используемых для осуществления деятельности по цифровой трансформации системы государственного (муниципального) управления» [3].

В первом из упомянутых выше постановлений цифровая трансформация трактуется как «совокупность действий, осуществляемых государственным органом, направленных на изменение (трансформацию) государственного управления и деятельности государственного органа по предоставлению им государственных услуг и исполнению государственных функций за счет использования данных в электронном виде и внедрения информационных технологий в свою деятельность в целях, указанных в пункте 16 настоящего Положения» [2]. Проведем декомпозицию определения. В нашем видении «изменение (трансформацию) государственного управления» в контексте федеральных органов исполнительной власти и органов управления государственными внебюджетными фондами означает, что цифровая трансформация меняет саму сущность осуществляемых функций. В свою очередь «изменение деятельности государственного органа по предоставлению им государственных услуг и исполнению государственных функций», согласно нашему пониманию, означает изменение способов реализации функций. Фраза «за счет использования данных в электронном виде и внедрения информационных технологий в свою деятельность», по нашей интерпретации, означает, что в качестве инструментов осуществления изменений при цифровой трансформации используются данные в электронном виде и информационные технологии. Перечисленные в пункте 16 цели, обобщим до «повышение эффективности деятельности».

Таким образом, в проанализированном определении выделяются следующие ключевые признаки цифровой трансформации:

- меняет сущность осуществляемых функций;
- меняет способ реализации функций;
- данные в электронном виде используются как инструмент осуществления изменений;
- информационные технологии используются как инструмент осуществления изменений;
- цель – повышение эффективности деятельности.

Во втором из обнаруженных в постановлениях Правительства определений цифровая трансформация трактуется как «совокупность действий, осуществляемых субъектом учета, направленных на изменение (трансформацию) государственного (муниципального) управления и деятельности субъекта учета по предоставлению им государственных (муниципальных) услуг и исполнению государственных (муниципальных) функций либо по обеспечению реализации полномочий по предоставлению указанных услуг и исполнению указанных функций в электронном виде за счет использования в указанных целях ИТ-активов» [3]. Декомпозируем и данное определение. Согласно ему, в контексте государственного (муниципального) управления цифровая трансформация носит двойственный характер. В первом случае – это «изменение (трансформация) государственного (муниципального) управления и деятельности субъекта учета по предоставлению им государственных (муниципальных) услуг и исполнению государственных (функций)», что аналогично предыдущему анализируемому определению интерпретируем как «изменение сущности осуществляемых функций» и «изменение способа реализации функций». Во втором случае цифровая трансформация – это «обеспечение реализации полномочий по предоставлению указанных услуг и исполнению указанных функций в электронном виде». «Обеспечение реализации полномочий по предоставлению указанных услуг и исполнению указанных функций в электронном виде» означает изменение формата предоставления услуг и осуществления функций. «Использование в указанных целях ИТ-активов», в нашем понимании, означает использование информационных технологий как инструмента осуществления изменений.

Для первого типа цифровой трансформации из проанализированного определения характерны признаки «меняет сущность осуществляемых функций» и «меняет способ реализации функций».

Второй тип характеризуется признаком «меняет формат предоставления услуг и осуществления функций». Для обоих типов цифровой трансформации характерен признак «информационные технологии используются как инструмент осуществления изменений».

На уровне нормативных актов министерств и ведомств дефиниция цифровой трансформации идентифицирована в стратегии цифровой трансфор-

мации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года [4] и в стратегии цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования [5].

В первой из них цифровая трансформация трактуется как «перевод производственных процессов на новый технологический уклад» [4]. Исходя из данной трактовки, признаком цифровой трансформации является перестраивание производственных процессов. В трактовке не упоминается явным образом, но мы предполагаем, что подразумевается перестраивание производственных процессов за счет использования информационных технологий. Абстрагируясь от контекста обрабатывающих отраслей промышленности, обобщим перестраивание производственных процессов до перестраивания бизнес-процессов. Таким образом, в данной трактовке выделяются следующие признаки цифровой трансформации:

- перестраивание бизнес-процессов;
- информационные технологии используются как инструмент осуществления изменений.

Во второй из перечисленных выше стратегий цифровая трансформация определяется следующим образом: «комплексное преобразование деятельности участников отрасли и органов исполнительной власти, связанное с переходом к новым бизнес-моделям, каналам коммуникации, а также процессам и культуре, которые базируются на новых подходах к управлению данными с использованием цифровых технологий» [5]. Декомпозируем данное определение. «Комплексное преобразование деятельности» понимается как всеобъемлющие общесистемные изменения на всех уровнях и во всех видах деятельности «участников отрасли и органов исполнительной власти» в нашем понимании означает, что цифровая трансформация может преобразовывать как основную, так и управленческую деятельность, причем как в масштабах предприятия, так и в масштабах отрасли в целом. В нашем видении «переход к новым бизнес-моделям» означает преобразование сущности осуществляемой деятельности, иначе говоря – создаваемой ценности. «Переход к новым каналам коммуникации» интерпретируется как формат предоставления товаров и услуг. «Переход к новым процессам и культуре» в нашем понимании означает перестраивание бизнес-процессов. В свою очередь «базируется на новых подходах к управлению данными с использованием цифровых технологий» в нашем видении означает, что управление данными и цифровые технологии используются как инструменты реализации изменений. Согласно нашей интерпретации, цифровые технологии являются более широким понятием, включающим в себя информационные технологии. Таким образом, согласно проанализированному определению, цифровая трансформация обладает следующими ключевыми признаками:

- комплексное преобразование деятельности;
- преобразовывает основную или управленческую деятельность;

- преобразования могут происходить как в масштабах предприятия, так и в масштабах отрасли в целом;
- меняет суть осуществляемой деятельности;
- меняет формат предоставления товаров и услуг;
- перестраивание бизнес-процессов;
- управление данными используются как инструмент осуществления изменений;
- цифровые технологии используются как инструмент осуществления изменений.

Сопоставим идентифицированные признаки у обнаруженных трактовок в таблице.

Как видно из таблицы, обнаруженные трактовки цифровой трансформации в законодательстве РФ существенно различаются. Общим для абсолютного большинства критериев только является признак «информационные технологии используются как инструмент осуществления изменений».

Выделяемые в трактовках критерии различаются по способам, масштабам и уровням осуществляемых изменений.

Сравнительный анализ признаков цифровой трансформации в трактовках из разных источников

Признак	Источник трактовки				
	[2]	[3] тип 1	[3] тип 2	[4]	[5]
Меняет сущность осуществляемых функций	+	+			+
Меняет способ реализации функций	+	+			
Данные в электронном виде используются как инструмент осуществления изменений	+				
Информационные технологии используются как инструмент осуществления изменений	+	+	+	+	+
Цель – повышение эффективности деятельности	+				
Меняет формат предоставления услуг и осуществления функций			+		+
Перестраивание бизнес-процессов				+	+
Комплексное преобразование деятельности					+
Преобразовывает основную или управленческую деятельность					+
Преобразования могут происходить как в масштабах предприятия, так и в масштабах отрасли в целом					+
Управление данными используются как инструмент осуществления изменений					+
Цифровые технологии используются как инструмент осуществления изменений					+

Наиболее широкой по охвату выделяемых признаков цифровой трансформации является трактовка в стратегии цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования. Большинство трактовок сходятся на том, что цифровая трансформация меняет сущность осуществляемых функций.

Мы согласны с трактованием цифровой трансформации в постановлении Правительства «О порядке учета ИТ-активов, используемых для осуществления деятельности по цифровой трансформации системы государственного (муниципального) управления» [3], что цифровой трансформации свойственен многогранный характер и существуют ее различные типы.

Подводя итог, в настоящий момент в законодательстве РФ отсутствует единый подход к дефиниции цифровой трансформации, существующие в законодательных документах различных уровней трактовки при толковании выделяют разные ключевые признаки цифровой трансформации. Это приводит к несогласованности и разночтениям, выражающимся в различии подходов к целеполаганию, оценке целесообразности, осуществлению, управлению и оценке эффективности цифровой трансформации, что в свою очередь сокращает ее положительный эффект.

Во избежание разночтений, дефиниция цифровой трансформации нуждается в уточнении и последующем законодательном закреплении единой трактовки.

В дальнейших исследованиях планируется детальное изучение многогранной сущности цифровой трансформации и уточнение ее типов.

Библиографический список

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента РФ от 07.05.2024 г. № 309 // СПС «Гарант». – <https://www.garant.ru> (дата обращения: 28.04.2025).

2. О мерах по обеспечению эффективности мероприятий по использованию информационно-коммуникационных технологий в деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов управления государственными внебюджетными фондами: Постановление Правительства РФ от 10.10.2020 г. № 1646 по сост. на 18.03.2025 // СПС «Гарант». – <https://www.garant.ru> (дата обращения: 28.04.2025).

3. О порядке учета ИТ-активов, используемых для осуществления деятельности по цифровой трансформации системы государственного (муниципального) управления: Постановление Правительства Российской Федерации от 01.07.2024 г. № 900 по сост. на 21.03.2025 // СПС «Гарант». – <https://www.garant.ru> (дата обращения: 28.04.2025).

4. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года // СПС «Гарант». – <https://www.garant.ru> (дата обращения: 28.04.2025).

5. Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования (утв. Министерством науки и высшего образования РФ 14 июля 2021 г.) // СПС «Гарант». – <https://www.garant.ru> (дата обращения 28.04.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ СЕТЕВЫХ ЭФФЕКТОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Л. Фролов

В статье рассматриваются ключевые подходы к оценке сетевых эффектов в промышленности, включая закон Сарнова, закон Меткалфа и закон Рида. Каждый метод описан с точки зрения его математического аппарата, области применения и примеров расчётов. Анализ позволяет выделить особенности формирования и количественной оценки сетевых эффектов в промышленных цепочках и платформах.

Ключевые слова: сетевые эффекты, промышленность, закон Сарнова, закон Меткалфа, закон Рида, сетевой анализ.

Актуальность. Современная промышленность переживает масштабную трансформацию, связанную с развитием цифровых технологий, автоматизации и интеграции производственных процессов. Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность этих процессов, становится наличие и интенсивность сетевых эффектов – явлений, при которых ценность участия в системе возрастает по мере увеличения числа её участников. Такие эффекты особенно ярко проявляются в условиях промышленной кооперации, цифровых экосистем, цепочек поставок и платформенных бизнес-моделей.

Сетевые эффекты играют важную роль при внедрении новых производственных решений, стандартизации протоколов взаимодействия между предприятиями, а также при формировании отраслевых и межотраслевых кластеров. Понимание природы этих эффектов и способов их количественной оценки становится важнейшей задачей для стратегического планирования и анализа рисков в промышленности.

Существует несколько подходов к оценке сетевых эффектов, каждый из которых акцентирует внимание на разных аспектах сетевых взаимодействий – от простых количественных зависимостей до сложных поведенческих моделей. В данной работе будут рассмотрены подходы, основанные на эмпирических законах: законы Сарнова, Меткалфа и закон Рида. А также предложен метод оценки сетевых эффектов на основе этих трех законов с точки зрения генезиса сети.

1. Закон Сарнова (Sarnoff's Law). Данный закон гласит о том, что полезность сети для ее пользователей пропорциональна количеству ее элементов [1]:

$$V = n,$$

где V – ценность сети; n – число ее участников.

Данное утверждение применимо к таким сферам деятельности, где между потребителями и поставщиками продуктов и услуг односторонняя связь. Например, телевидение – чем больше зрителей смотрят ваш телеканал, тем более ценная ваша телекоммуникационная компания. Данный закон применим на первых этапах формирования сети. Самое ценное здесь – это возможность коммуницировать, сервис, предоставляющий такую возможность, приобретает наибольшее значение [2]. На более поздних этапах данный закон теряет свою актуальность вместе с повышением уровня развития сети. К промышленности он так же применим на первых этапах развития – когда необходимо захватить часть рынка, сформировать линии сбыта продукции и обзавестись обширной целевой аудиторией.

2. Закон Меткалфа (Metcalf's Law). Закон утверждает, что ценность участия в сетевом взаимодействии пропорциональна квадрату числа ее участников, а исчисляется как половина квадрата численности пользователей [3]:

$$V = \frac{n^2}{2}.$$

Такая зависимость опирается на подсчет прямых связей сети между каждым из узлов в сети:

$$n(n - 1)/2.$$

При больших n :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (f) \sim \frac{n^2}{2}.$$

Данный подход востребован в телекоммуникациях и цифровых платформах, а также в промышленных сетях интернета вещей (далее IoT-сети), где каждая новая единица оборудования увеличивает ценность всей системы. В логистических системах добавление нового узла (склада, поставщика, перевозчика) может повысить эффективность данной сети. Этот закон был впервые описан Робертом Меткалфом в 1980 году с точки зрения сети устройств связи (телефонов и факсов) [4]. Но используется по сей день для численного описания сетевого эффекта в маркетинге, социальных сетях и других сетевых структурах, в которых число пользователей, как правило, достаточно большое для перехода от треугольного числа к половине квадрата. Ниже представлен график функции закона Меткалфа (рис. 1).

На втором этапе развития сети основной приоритет для компании – передаваемая информация и возможность обратной связи. Ценится готовый продукт. Данный закон основывается на достаточно тривиальном предположении о том, что каждые два связанных друг с другом агента получают некую полезность от использования сети. Но не отвечает на вопрос о предельно допустимых значениях ценности сети. А именно: в какой момент роста числа пользователей сети ее ценность перестанет пропорционально увеличиваться? Ведь зачастую, при переполнении сети, система, обслуживающая ее, начинает давать сбой.

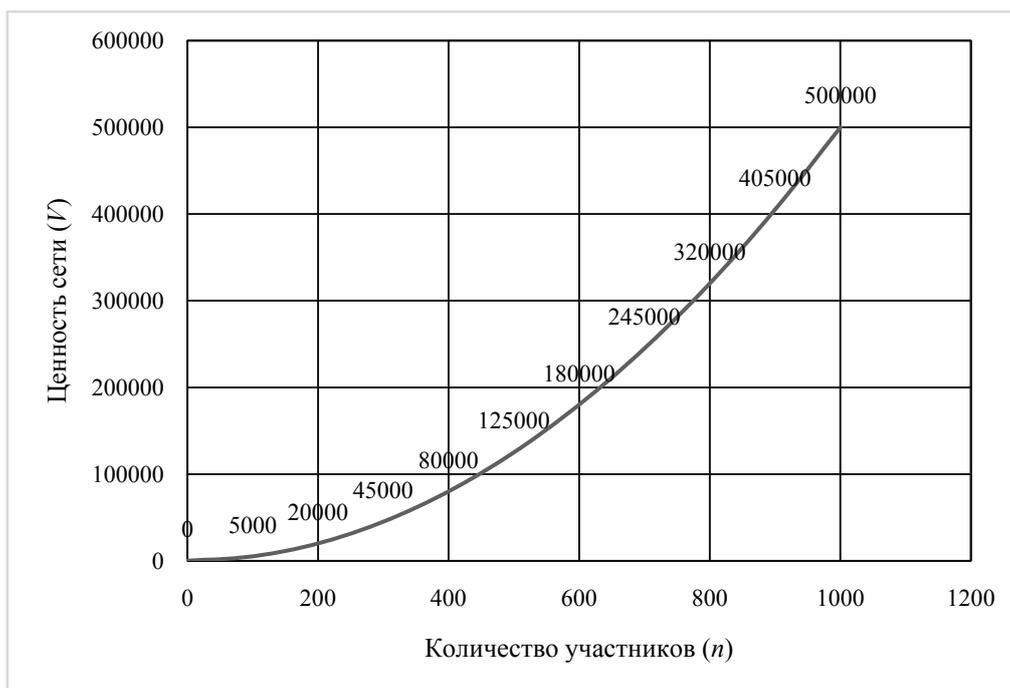


Рис. 1. Закон Меткалфа

3. Закон Рида (Reed's Law). Данный закон расширяет зависимость Меткалфа и гласит о том, что ценность сети растет экспоненциально, благодаря возможности формирования подгрупп и кластеров [5]:

$$V = n^2 - n - 1.$$

Такая зависимость основывается на нескольких вводных допущениях. Дано множество элементов n . Такое множество имеет 2^n подмножеств. Несложно увидеть, что согласно комбинаторике, для каждого следующего элемента мы принимаем решение – включать его или нет (степень двойки). Каждый из n элементов по отдельности не будут приносить ценности. Одно из подмножеств всегда будет пустым. На рис. 2 представлен график функции, описывающей закон Рида.

Данный закон применим в объяснении конкурентной динамики интернет-платформ. Поскольку закон гласит, что сеть становится ценнее, когда формируются новые подгруппы для сотрудничества, то можно сделать вывод о том, что бизнес-платформа, которая достигает достаточного числа участников, может создавать и использовать сетевые эффекты, которые превалируют над общей экономикой системы [6]. На третьем этапе развития сети важнейшими становятся не продукты, а средства производства. То есть возможность участвовать в сети и организовывать коалиции. Таким образом сеть становится привлекательной не для конечного потребителя, а для производителей, поставщиков и продавцов, которые с помощью данной сети могут укрепиться, развиваться и создать собственную подсеть.

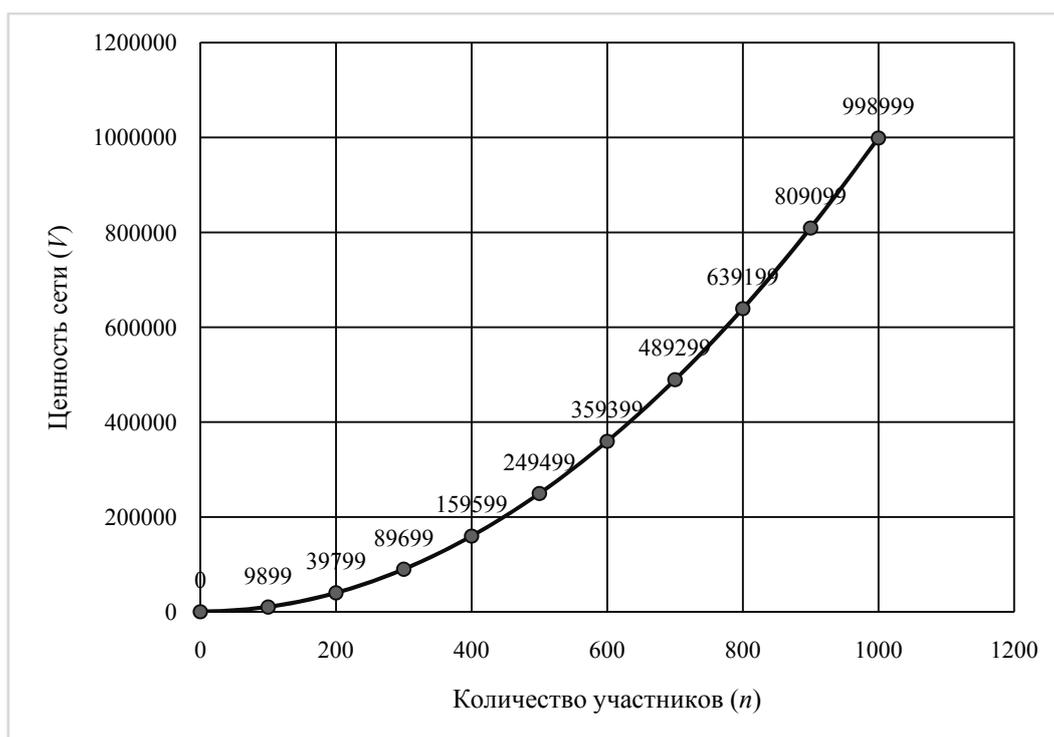


Рис. 2. Закон Рида

Генезис сети. Как отмечалось ранее, сеть, как продукт и инструмент группы компаний, имеет несколько этапов жизненного цикла. Сначала это просто инструмент поставки реализуемого продукта покупателям. Затем она приобретает особенности, ценные не только для конечных покупателей, но и для агентов сети, что делает ее более привлекательной для новых партнеров [7]. Наконец, на последнем этапе сеть становится не просто набором связей между агентами, а превращается в набор связанных между собой кластеров – компаний, заключающих союзы внутри союзов, что позволяет им развиваться и укреплять свои позиции на рынке сбыта. И на каждом из этих трех этапов оценивать сетевые эффекты стоит по-разному – в зависимости от сложности сети, ее наполненности и степени однородности.

Заключение. Рассмотренные подходы демонстрируют, что оценка сетевых эффектов в промышленности требует междисциплинарного подхода, сочетающего элементы экономики, теории графов и моделирования поведения агентов. Каждый из методов даёт уникальное представление о структуре и потенциале промышленной сети: от простой количественной оценки ценности до детального анализа взаимозависимостей. Применение этих моделей может существенно повысить эффективность принятия решений при цифровизации производств, управлении цепочками поставок и проектировании промышленных платформ на разных этапах развития сети. В будущем стоит углубить исследования с учетом специфики отраслей и динамики сетей во времени.

Библиографический список

1. Moro-Visconti, R. From physical reality to the Internet and the Metaverse: A Multilayer Network Valuation / R. Moro-Visconti // Università Cattolica del Sacro Cuore, Milan, Italy. – 2022. – No. 2. – P. 1–26.
2. Walley, S. The Network: The Battle for the Airwaves and the Birth of the Communications Age / S. Walley // Harper Collins. – 2016. – P. 1–265.
3. Van Hove, L. Metcalfe's Law and Network Quality: An Extension of Zhang et al. / L. Van Hove // Journal of Computer Science and Technology. – 2016. – P. 117–123.
4. Van Hove, L. Quantifying the Economic Value of Customers' Social Networks: Does Metcalfe's Law Apply? / L. Van Hove // Frontiers in Communication. – 2024. – P. 11–15.
5. Reed, D.P. That Sneaky Exponential – Beyond Metcalfe's Law to the Power of Community Building / D.P. Reed // Context Magazine. – 1999. – Vol. 2 (25). – P. 179–191.
6. Reed, D.P. The Law of the Pack / D.P. Reed // Harvard Business Review. – 2001. – Vol. 79, No. 2. – P. 23–32.
7. Tongia, R. Turning Metcalfe on His Head: The Multiple Costs of Network Exclusion / R. Tongia, E. Wilson // TPRC. – 2007. – P. 143–173.

ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УДК 004.056.2

ЦИФРОВОЕ РАЗВИТИЕ КАК НАЦИОНАЛЬНАЯ ЦЕЛЬ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

В.А. Дмитриенко

Статья посвящена анализу цифрового развития как одной из национальных целей Российской Федерации. Рассматривается стратегическая роль цифровой трансформации в модернизации экономики, государственного управления и социальной сферы, а также в обеспечении технологического суверенитета и национальной безопасности. Особое внимание уделяется реализации национальных программ, достижениям в области цифровизации, включая развитие информационной инфраструктуры и подготовку кадров, а также вызовам, таким как дефицит специалистов, санкционное давление и киберугрозы. Подчеркивается актуальность задач по укреплению информационной безопасности и сетевого суверенитета в условиях глобальных технологических и геополитических изменений. Статья подчеркивает, что цифровая трансформация является и ключевым фактором устойчивого развития и защиты национальных интересов России.

Ключевые слова: цифровое развитие, информационные технологии, национальная безопасность, технологический суверенитет, трансформация государства.

Цифровое развитие, провозглашенное одной из национальных целей России, представляет собой стратегический вектор трансформации государства, экономики и общества. Закрепленное Указом Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», а затем усиленное Указом от 7 мая 2024 года № 309, это направление ориентировано на достижение «цифровой зрелости» ключевых отраслей, обеспечение технологического суверенитета и повышение качества жизни граждан. В условиях глобальных вызовов, включая киберугрозы и санкционное давление, цифровая трансформация становится не только драйвером экономического роста, но и важнейшим элементом национальной безопасности. Настоящая статья раскрывает основные аспекты реализации этой цели, анализирует успехи и проблемы, а также подчеркивает значимость укрепления информационной безопасности и сетевого суверенитета в контексте современной геополитической обстановки.

Цифровое развитие является национальной целью современной России, для достижения которой создана стратегическая программа, направленная на трансформацию экономики, государственного управления и социальной

сферы посредством внедрения передовых цифровых технологий. Эта цель впервые закрепляется Указом Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», где «цифровая трансформация» выделена как одна из пяти национальных целей [1]. Она предполагает достижение «цифровой зрелости» в ключевых отраслях, включая здравоохранение, образование, промышленность и государственное управление, а также обеспечение широкого доступа к цифровым услугам для граждан и бизнеса.

Заместитель Председателя Правительства РФ Дмитрий Чернышенко, выступая на VII Восточном экономическом форуме в 2022 году, также напомнил участникам о том, что цифровое развитие определено в качестве национальной цели до 2030 года, указывая на высокие темпы реализации программ, проводимых Правительством РФ в рамках поставленных Президентом целей. Он подчеркнул, что успехи в этой области уже заметны: увеличивается доля цифровых услуг, доступных онлайн, растет уровень проникновения интернета в отдаленные регионы, а также активно развиваются отечественные IT-решения, что способствует укреплению конкурентоспособности страны на мировой арене [6].

В 2019 году была запущена национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», скорректированная под долгосрочные задачи до 2030 года. Программа включает несколько федеральных проектов, таких как «Информационная инфраструктура», «Цифровое государственное управление», «Кадры для цифровой экономики» и «Искусственный интеллект» [4]. Главные задачи включают увеличение внутренних затрат на цифровые технологии, создание устойчивой и безопасной инфраструктуры для передачи и хранения данных, а также развитие отечественного программного обеспечения для обеспечения технологической независимости. Например, в рамках проекта «Информационная инфраструктура» происходит активное развитие информационно-коммуникационной сети, что должно обеспечить свободный доступ к информационным ресурсам на территории всей страны, а проект «Кадры для цифровой экономики» направлен на подготовку специалистов, способных поддерживать и развивать цифровую экосистему страны.

Однако реализация этой цели сталкивается с вызовами: недостаток квалифицированных специалистов, зависимость от импортных технологий и необходимость значительных финансовых ресурсов. К этому добавляются внешние факторы, такие как санкционное давление, которое ограничивает доступ к зарубежным технологиям и вынуждает ускорять процесс импортозамещения. Тем не менее, цифровое развитие остается ключевым направлением, отражающим стремление России адаптироваться к глобальным технологическим трендам и укрепить свой суверенитет в цифровой эпохе.

Высокие показатели в части выполненных целей, а также проблемы, с которыми столкнулись исполнительные органы при реализации задач,

привели к тому, что на смену Указу Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» 7 мая 2024 года был принят Указ Президента № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [2]. Принятие нового Указа № 309 было обусловлено необходимостью увеличения плановых показателей и перечня задач, необходимых для достижения поставленных целей. В частности, в нем акцентируется внимание на ускорении цифровизации экономики и повышении доступности цифровых сервисов, а также на необходимости учитывать новые вызовы, связанные с развитием технологий и изменением геополитической обстановки.

Особое внимание, считаю, следует уделить целям по созданию системы эффективного противодействия преступлениям, совершаемым с использованием информационных технологий, и снижения ущерба от их совершения и обеспечению сетевого суверенитета и информационной безопасности в сети «Интернет». Данные цели являются прямым следствием закрепления в ст. 71 Конституции РФ необходимости обеспечения безопасности личности, общества и государства при применении информационных технологий, обороте цифровых данных [3].

В условиях роста киберугроз, таких как хакерские атаки, утечки данных и дезинформация, эти задачи приобретают особую актуальность. Например, развитие отечественных систем киберзащиты и внедрение механизмов мониторинга интернет-пространства позволят не только минимизировать риски, но и укрепить доверие граждан к цифровым сервисам. Таким образом, цифровая трансформация в России становится не только инструментом экономического роста, но и важным элементом национальной безопасности и устойчивого развития.

Кроме того, цифровое развитие способствует повышению эффективности работы органов исполнительной власти, что подтверждается активным использованием цифровых решений в управлении и предоставлении государственных услуг, а также развитием правовых рамок, регулирующих цифровую сферу. В условиях кризисов цифровая трансформация позволяет сохранять непрерывность работы государственных структур и адаптироваться к новым вызовам.

Можно сделать вывод, что цифровое развитие в современной России стало неотъемлемой частью государственной стратегии и одним из ключевых национальных приоритетов. Оно закреплено на законодательном уровне и поддерживается целым комплексом программ и инициатив, направленных на трансформацию экономики, государственного управления и социальной сферы.

В результате реализации национальной программы «Цифровая экономика» и сопутствующих федеральных проектов удалось существенно повысить доступность цифровых услуг для граждан и бизнеса, развить оте-

чественные IT-решения и укрепить технологическую инфраструктуру страны. При этом цифровая трансформация рассматривается не только как инструмент экономического роста, но и как важнейший элемент национальной безопасности, особенно в условиях растущих киберугроз и внешнего давления.

Вместе с тем, для достижения поставленных целей необходимо преодолеть ряд вызовов: дефицит квалифицированных кадров, зависимость от зарубежных технологий и необходимость значительных инвестиций. Новые стратегические документы, такие как Указ Президента № 309, свидетельствуют о гибкости государственной политики и её готовности адаптироваться к изменяющимся условиям.

Таким образом, цифровое развитие в России приобрело системный характер и стало важнейшим фактором устойчивого развития и укрепления суверенитета страны в условиях глобальных перемен.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2020. – № 30. – Ст. 4884.

2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2024. – № 20. – Ст. 2891.

3. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 дек. 1993 г. (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30 дек. 2008 г. № 6-ФКЗ, от 30 дек. 2008 г. № 7-ФКЗ, от 5 февр. 2014 г. № 2-ФКЗ, от 21 июля 2014 г. № 11-ФКЗ, от 14 марта 2020 г. № 1-ФКЗ) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2020. – № 11. – Ст. 1416.

4. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: паспорт национального проекта (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 4 июня 2019 г. № 7) // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. – <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/> (дата обращения: 22.04.2025).

5. Программа Восточного экономического форума – 2022 (5–8 сентября 2022) // Официальный сайт Восточ. экономич. форума. – <https://forumvostok.ru/programme/>.

6. Выступление Дмитрия Чернышенко на Восточном экономическом форуме, 7 сентября 2022 г. // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. – <http://government.ru/news/46461/> (дата обращения: 22.04.2025).

СОДЕРЖАНИЕ

Секция: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Архитектурно-строительный институт

<i>Воронина А.А.</i> Противоречивость развития Челябинской агломерации: проблема перехода на модель устойчивого развития	3
<i>Пичугов П.А.</i> Перспективы использования нейронных сетей в современных архитектурных проектах	9
<i>Фёдоров А.А.</i> Концепция архитектурно-планировочной организации Большого Челябинска	15
<i>Черепанов Н.В.</i> Принципы активной экологичности как основа архитектурного формирования высотных общественных зданий	22

Высшая школа электроники и компьютерных наук

<i>Портнов А.В.</i> Реализация нейросетевых алгоритмов обработки информации в автономных системах машинного зрения на базе ПЛИС	31
<i>Серова В.С.</i> Современные методы классификации текстовых данных: от традиционных подходов к трансформерам	36
<i>Цибулис Д.Э.</i> Алгоритмы компьютерного зрения в авиационных системах посадки	42
<i>Ческидов П.Д.</i> Методы анализа кода командно-сценарных языков	46

Политехнический институт

<i>Гаврилюк М.Г.</i> Анализ несчастных случаев со смертельным исходом на электроустановках за период с 2013 по 2024 год	51
<i>Жуков А.С.</i> Проблемы моделирования параметров звукового давления, генерируемого процессом шлифования	56
<i>Киселев Б.А.</i> Обзор современного состояния работ по исследованию влияния асимметрии на характер движения в атмосфере летательных аппаратов	62
<i>Ковалев А.И., Белов Н.А., Винник Д.А.</i> Изучение процесса термического расширения сплавов системы Al-Cu-Mn-Si	70
<i>Корлыханов Е.А., Сидоров А.И.</i> Об электробезопасности электротехнического персонала при сочетанном воздействии электрических, магнитных полей	74
<i>Осинов А.А., Жеребцов Д.А.</i> Особенности термолиза терефталатов щелочноземельных металлов	77

Секция: СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Высшая медико-биологическая школа

<i>Калашникова А.С.</i> Социальная креативность в условиях глобальных рисков	81
<i>Рыжкова М.И.</i> Цифровое пространство как основа для реализации когнитивных процессов современных студентов	86

Институт медиа и социально-гуманитарных наук

<i>Грехнева Ю.Г.</i> Эволюция понятия библиотеки как маркер трансформации общества	92
<i>Квятковский Г.Ю.</i> К вопросу о технико-технологических основаниях производства музыкальных образов	96
<i>Просвирнина О.И.</i> Музей как технология медиареальности	100
<i>Рагозин П.С.</i> Понятие отчуждения в философской традиции	104

Секция: ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ. ПРАВО

Высшая школа экономики и управления

<i>Кузьмин Я.Е.</i> Проблемы импортозамещения в строительной отрасли	109
<i>Макаренко Я.В.</i> Исследование дефиниций цифровой трансформации в российском законодательстве	115
<i>Фролов А.Л.</i> Исследование подходов к оценке сетевых эффектов в промышленности	121

Юридический институт

<i>Дмитриенко В.А.</i> Цифровое развитие как национальная цель современной России	126
---	-----

Научное издание

НАУЧНЫЙ ПОИСК

Материалы семнадцатой научной конференции
аспирантов и докторантов

Техн. редактор *А.В. Миних*
Компьютерная верстка *И.А. Захаровой*
Дизайн обложки *А.С. Пановой*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 09.07.2025. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 7,67. Тираж 100 экз. Заказ 205/222.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76.

