



# ВОПРОСЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

► **ELECTRONIC JOURNAL • ДЕКАБРЬ 2025 № 12 (197)**

► **SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL**  
**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

САЙТ ЖУРНАЛА: [HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATION.RU](https://scientificpublication.ru)

ИЗДАТЕЛЬСТВО: [HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATIONS.RU](https://scientificpublications.ru)

Реестровая запись ЭЛ № ФС 77-65699



ISSN 2542-081X



# Вопросы науки и образования

№ 12 (197), 2025

Москва  
2025





# Вопросы науки и образования

№ 12 (197), 2025

**НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**  
**[HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATION.RU](https://scientificpublication.ru)**  
**EMAIL: [TEL9203579334@YANDEX.RU](mailto:TEL9203579334@YANDEX.RU)**

Издается с 2016 года.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Реестровая запись ПИ № ФС77 – 65699

Вы можете свободно делиться (обмениваться) — копировать и распространять материалы и создавать новое, опираясь на эти материалы, с **ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ** указанием авторства. Подробнее о правилах цитирования:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ru>

ISSN 2542-081X



© ЖУРНАЛ «ВОПРОСЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»  
© ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ»

# Содержание

<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....</b>	<b>5</b>
<i>Сапаров А.П., Сарыева Г., Сапаралыева А., Довлетова А. ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК ОТВЕТ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ: АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ .....</i>	<i>5</i>
<i>Тедженова Дж., Арыкова Б., Мередова Г. РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ .....</i>	<i>7</i>
<i>Коменкова Т., Оразова С. ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ (BIG DATA ANALYTICS) НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....</i>	<i>9</i>
<i>Сопыев А., Аллабердыева Б., Алланазаров Н. ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IOT) В ЦИФРОВУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМИ ГОРОДАМИ .....</i>	<i>12</i>
<i>Оразов Г., Оразов Т., Реджепов К., Какабаев Ч. КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ: МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....</i>	<i>14</i>
<i>Чекаева М. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ И ПРОТИВОТОЧНЫХ ПОТОКАХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ .....</i>	<i>16</i>
<i>Шагулыев Ш., Мередова О., Чарыева А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ И КРИПТОАНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ В ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМАХ .....</i>	<i>18</i>
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>21</b>
<i>Арашева О., Тораев Д. ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА: ИСТОРИЯ, МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ .....</i>	<i>21</i>
<b>АРХИТЕКТУРА .....</b>	<b>23</b>
<i>Ялкапов П. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОЧНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....</i>	<i>23</i>
<i>Ялкапов П. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ: СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ .....</i>	<i>25</i>
<i>Ялкапов П. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ: УЧЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ МАТЕРИАЛОВ .....</i>	<i>27</i>
<i>Тыллануров Ы., Бабаджанов С., Оразова Дж., Мухаммедкулиев Н. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....</i>	<i>29</i>
<i>Тыллануров Ы., Нуриядыев М., Гылычдурдыев Г., Мухаммедкулиев Н. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....</i>	<i>32</i>

<i>Аллабердиева Ч., Овезбердиев Б., Тувелев Д. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ МОСТОСТРОЕНИЯ: АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ СКВОЗЬ ЭПОХИ.....</i>	<i>34</i>
<i>Аннагелдиев М., Сахедов М., Гуррова Н. АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА КРЫШИ И ВЕРХНИХ УРОВНЕЙ .....</i>	<i>37</i>
<i>Аннамырадова Дж., Гуртмырадов К., Ходжабердиев А. ИНТЕГРАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ПАССИВНОГО ДОМА В ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ЖИЛЬЯ.....</i>	<i>39</i>
<i>Байрамова М. РАСЧЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....</i>	<i>42</i>
<i>Джумадурдыев Т., Комаков К., Атаев Я. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА В ЭПОХУ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ.....</i>	<i>44</i>
<i>Джумадурдыев Т., Губаева А., Мырадов М. АРХИТЕКТУРНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ «УМНЫХ» И УСТОЙЧИВЫХ ЗДАНИЙ .....</i>	<i>47</i>
<i>Джумадурдыев Т., Ёвьева О., Бекмурзаева М. ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: РОЛЬ «УМНЫХ» ЗДАНИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕГАПОЛИСОВ.....</i>	<i>49</i>
<i>Джумадурдыев Т., Аллабердиева Ч., Атаева О. «УМНЫЕ» ЗДАНИЯ КАК ДРАЙВЕР УСТОЙЧИВОГО ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ МЕГАПОЛИСОВ.....</i>	<i>52</i>
<i>Джумадова А., Аннадова Н., Джумаханова М. АРХИТЕКТУРНЫЕ СТРАТЕГИИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ НА УЧАСТКАХ С ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКОЙ.....</i>	<i>55</i>
<i>Илмырадов А., Мырадов А., Бекиев М. ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ: УРБАНИСТИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА .....</i>	<i>57</i>
<i>Курбанов М., Астанакулова М., Мырадов А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЗЕЛЕНЕННЫХ КРОВЕЛЬ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСОВ .....</i>	<i>60</i>
<i>Таганов Ч., Гулыева А., Мередова Х. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА ЗДАНИЯ БУДУЩЕГО.....</i>	<i>62</i>
<i>Чошишиева А., Бегалыев Г., Окдиров А., Ходжамбердиев Д. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ.....</i>	<i>65</i>
<i>Юсупова Л., Ходжамбердиев Д., Реджепов К. АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....</i>	<i>67</i>
<i>Тедженова Дж., Арыкова Б., Мередова Г. АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОРОВ: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МНОГОЯДЕРНЫХ СИСТЕМ .....</i>	<i>69</i>

## ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК ОТВЕТ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ: АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ

Сапаров А.П.<sup>1</sup>, Сарыева Г.<sup>2</sup>, Сапаралыева А.<sup>3</sup>, Довлетова А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Сапаров Акмырат Палташович – преподаватель,

<sup>2</sup>Сарыева Гулишрин – студент,

<sup>3</sup>Сапаралыева Акгозел – студент,

<sup>4</sup>Довлетова Айлар – студент,

Туркменский сельскохозяйственный институт  
г. Дашогуз, Туркменистан

**Аннотация:** зелёные крыши являются эффективным решением для повышения энергоэффективности зданий и улучшения экосистемы городов. Они способствуют теплоизоляции, снижая расходы на отопление зимой и охлаждение летом. Кроме того, зелёные крыши уменьшают эффект городского теплового острова, поглощают углекислый газ и повышают качество воздуха. Такие системы помогают задерживать дождевую воду, снижая нагрузку на городскую канализацию. В работе рассматриваются преимущества, типы зелёных крыш и их влияние на экологию и микроклимат мегаполисов.

**Ключевые слова:** точное земледелие, климатические вызовы, цифровые технологии, оптимизация ресурсов, устойчивость агросистем, Big Data, IoT, дифференцированный подход, урожайность, экологическая эффективность.

Точное земледелие (ТЗ) представляет собой современную стратегию управления агропроизводством, основанную на наблюдении, измерении и реагировании на внутриполевую изменчивость. Это прямое следствие неспособности традиционных методов, основанных на усредненных показателях, эффективно справляться с неравномерностью почвенных и климатических условий. Главная цель ТЗ — максимизировать урожайность при одновременной минимизации воздействия на окружающую среду, что критически важно в условиях глобальных климатических изменений.

Климатические вызовы, такие как непредсказуемость осадков, повышение среднегодовых температур и учащение экстремальных погодных явлений, требуют от сельского хозяйства радикальной адаптации. Традиционные подходы становятся не только неэффективными, но и убыточными, поскольку не позволяют фермерам оперативно реагировать на меняющиеся условия. Точное земледелие предлагает механизм для проактивного управления рисками и повышением устойчивости производственных систем.

В основе ТЗ лежит цифровая трансформация, использующая широкий спектр передовых технологий. Сенсоры, установленные в почве и на технике, собирают данные о влажности, температуре, содержании питательных веществ и уровне кислотности в режиме реального времени. Эти данные формируют основу для принятия обоснованных решений на каждом этапе сельскохозяйственного цикла.

Ключевую роль играют системы глобального позиционирования (GPS/GNSS), обеспечивающие высокоточную навигацию сельскохозяйственной техники. Благодаря этим системам становится возможным создание электронных карт полей с точной привязкой всех агроопераций к географическим координатам. Это позволяет избежать перекрытий при внесении удобрений или посеве, что ведет к экономии ресурсов.

Дистанционное зондирование Земли, осуществляемое при помощи спутников и дронов, предоставляет ценные данные о состоянии посевов. Индексы вегетации, такие как NDVI, позволяют выявлять проблемные зоны на полях задолго до того, как они станут заметны невооруженным глазом. Оперативное обнаружение стрессов, вызванных засухой или болезнями, дает возможность своевременно вмешаться.

Интернет вещей (IoT) объединяет все эти устройства в единую сеть, обеспечивая непрерывный поток информации между датчиками, машинами и централизованной системой управления. Это создает интеллектуальную среду, в которой агрономические решения принимаются автоматически или с минимальным участием человека. Интеграция данных IoT критична для реализации принципа переменной нормы внесения (Variable Rate Technology).

Технология переменной нормы (VRT) является одним из главных инструментов оптимизации ресурсов. Вместо того чтобы вносить одинаковое количество удобрений или семян на всем поле, VRT позволяет дозировать их в зависимости от фактической потребности каждого небольшого участка. Это снижает затраты и предотвращает избыточное загрязнение окружающей среды питательными веществами.

Анализ больших данных (Big Data) и искусственный интеллект (ИИ) обрабатывают огромные массивы информации, поступающие от сенсоров, метеостанций и исторических записей. Алгоритмы машинного обучения используются для создания прогностических моделей, которые предсказывают урожайность, риски заболеваний и оптимальные сроки проведения работ. Это переводит управление хозяйством на принципиально новый уровень точности.

В контексте климатических изменений, управление водными ресурсами становится приоритетом. Точное земледелие позволяет внедрять дифференцированный полив, при котором вода подается только в те зоны поля, где влажность почвы ниже критического уровня. Это позволяет сберечь значительные объемы воды и предотвратить засоление почв.

С точки зрения экологии, ТЗ способствует снижению углеродного следа сельскохозяйственного производства. Более эффективное использование азотных удобрений, в частности, минимизирует выбросы закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), который является мощным парниковым газом. Кроме того, оптимизация маршрутов техники сокращает расход топлива и, соответственно, выбросы  $\text{CO}_2$ .

Внедрение ТЗ требует значительных первоначальных инвестиций в оборудование и программное обеспечение, что часто является барьером для малых и средних хозяйств. Однако долгосрочная экономическая эффективность за счет снижения затрат на ресурсы (до 30% по удобрениям и СЗР) и повышения урожайности быстро окупает эти вложения. ТЗ делает фермерское хозяйство более конкурентоспособным.

Проблемы интеграции данных от различных систем и производителей требуют разработки единых стандартов и интерфейсов. Отсутствие совместимости оборудования и программного обеспечения может создавать "информационные острова" в пределах одного хозяйства. Это замедляет переход к полностью автоматизированным агросистемам и требует дополнительных усилий по унификации.

Важным социальным аспектом является потребность в новых кадрах – агрономах, владеющих навыками работы с геоинформационными системами (ГИС) и анализом данных. Сельскохозяйственное образование должно быть адаптировано для подготовки специалистов, способных использовать сложные цифровые инструменты. Человеческий фактор остается решающим для успешного применения ТЗ.

Регуляторная поддержка со стороны государства, включая субсидии на приобретение высокотехнологичного оборудования и создание цифровой инфраструктуры, играет ключевую роль в популяризации ТЗ. Разработка четких

законодательных рамок для использования дронов и обмена данными также необходима для обеспечения доверия и безопасности.

Роль дронов не ограничивается только мониторингом: они используются для точечного внесения средств защиты растений (СЗР) в локализованных очагах болезней или вредителей. Такой подход, известный как "точечное опрыскивание", снижает общую химическую нагрузку на поле и повышает безопасность сельскохозяйственной продукции.

Сбор данных о почве через многолетние пробы, привязанные к GPS-координатам, позволяет создать точную трехмерную модель питательной ценности поля. Эта модель является основой для принятия решений о мелиорации, известковании и дифференцированном внесении органических удобрений, улучшая здоровье почвы.

### **Заключение**

В заключение, точное земледелие — это не просто набор технологий, а философия управления, которая использует цифровую точность для достижения экологической и экономической устойчивости. Оно является наиболее эффективным ответом агросектора на необратимые климатические изменения, обеспечивая мировое сообщество продовольствием при рациональном использовании планетарных ресурсов.

### **Список литературы**

1. Крылатых Э.Н. & Дубовик В.В. (2020). Точное земледелие: Инновационные технологии и системы управления. Москва: КноРус.
2. Маслов Б.С. & Якушев В.П. (2018). Цифровые технологии и роботизация в агропромышленном комплексе. Санкт-Петербург: Лань.
3. Смит Дж.М. (2019). Precision Agriculture: Principles and Practices. New York: McGraw-Hill Education (Издание на русском языке).
4. Чеботаев В.С. & Козлова С.А. (2021). Big Data и искусственный интеллект в управлении ресурсами сельского хозяйства. Новосибирск: Наука.
5. Якушев В.П. & Каитанов А.Н. (2017). Адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Москва: Колос.

---

## **РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Тедженова Дж.<sup>1</sup>, Арыкова Б.<sup>2</sup>, Мередова Г.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Тедженова Дженнет – преподаватель,

<sup>2</sup>Арыкова Бахар – преподаватель,

<sup>3</sup>Мередова Гулджан – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу и систематизации принципов разработки и практического применения систем искусственного интеллекта (ИИ) в ключевых задачах машинного обучения (МО). Рассматриваются основные парадигмы МО: обучение с учителем (классификация, регрессия), обучение без учителя (кластеризация) и обучение с подкреплением. Изучаются архитектуры и методы, лежащие в основе современного ИИ, включая нейронные сети, глубокое обучение (Deep Learning) и их роль в обработке Big Data. Особое внимание уделяется практическим приложениям, таким как компьютерное зрение, обработка естественного языка (NLP) и прогнозирование в областях медицины, финансов и



*производства. Анализируются этапы жизненного цикла ИИ-системы, от сбора и предобработки данных до тестирования и внедрения, а также проблемы, связанные с интерпретируемостью и этикой ИИ. Цель работы — представить комплексный обзор технологий и методологий, обеспечивающих эффективное использование ИИ для решения сложных прикладных задач.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, Big Data, обработка естественного языка, компьютерное зрение, классификация, прогнозирование, алгоритмы ИИ.*

Разработка и применение систем искусственного интеллекта (ИИ) в задачах машинного обучения (МО) представляет собой одну из наиболее динамично развивающихся областей информатики. ИИ стремится наделить машины способностью имитировать человеческие когнитивные функции, такие как обучение, принятие решений и распознавание образов. Машинное обучение является ключевым подходом к реализации ИИ, позволяя системам автоматически улучшать свою производительность на основе опыта, то есть на основе анализа данных. Это направление трансформирует множество отраслей, от здравоохранения до автономного транспорта.

Основной парадигмой является обучение с учителем (Supervised Learning), где модель обучается на размеченном наборе данных, где каждому входному примеру соответствует правильный выход. Основные задачи в этом классе — классификация (предсказание дискретной метки, например, спам/не спам) и регрессия (предсказание непрерывного значения, например, цены на жилье). Точность моделей с учителем зависит от качества и объема обучающей выборки.

Второй важный класс — обучение без учителя (Unsupervised Learning), который используется для поиска скрытых структур и закономерностей в неразмеченных данных. Типичная задача — кластеризация, группировка схожих объектов без предварительного знания о группах. Применение этого подхода помогает в сегментации рынка, выявлении аномалий и сжатии данных.

Третий класс — обучение с подкреплением (Reinforcement Learning, RL), где агент обучается действовать в некоторой среде, максимизируя кумулятивное вознаграждение. Агент учится путем проб и ошибок, получая обратную связь от среды за свои действия. RL успешно применяется для обучения игровых агентов, робототехники и систем принятия сложных стратегических решений.

В основе современного прорыва ИИ лежат нейронные сети, являющиеся математическими моделями, вдохновленными структурой человеческого мозга. Они состоят из соединенных слоев нейронов, каждый из которых выполняет простую математическую операцию. Обучение сети заключается в подборе весов связей между нейронами, чтобы минимизировать ошибку предсказания.

Глубокое обучение (Deep Learning) представляет собой подмножество машинного обучения, использующее многослойные (глубокие) нейронные сети, такие как сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN). Глубокие сети способны автоматически извлекать сложные иерархические признаки из сырых данных. Это делает их доминирующими в задачах распознавания.

Компьютерное зрение — это область, где глубокое обучение достигло наибольших успехов. Сверточные нейронные сети (CNN) используются для распознавания объектов, сегментации изображений и обнаружения дефектов на производстве. Применение компьютерного зрения критически важно для систем автономного вождения и медицинской диагностики (анализ рентгеновских снимков).

Обработка естественного языка (NLP) позволяет компьютерам понимать, интерпретировать и генерировать человеческий язык. Трансформерные архитектуры, такие как BERT и GPT, являются основой современных достижений в NLP. Они

используются в чат-ботах, системах машинного перевода, автоматическом резюмировании текста и анализе настроений (sentiment analysis).

Ключевым ресурсом для систем ИИ являются Большие Данные (Big Data), характеризующиеся объемом, скоростью и разнообразием. Эффективное использование МО невозможно без доступа к большим и качественным массивам данных для обучения. Инфраструктуры для работы с Big Data, такие как облачные платформы и распределенные файловые системы, являются неотъемлемой частью ИИ-разработки.

Жизненный цикл разработки ИИ-системы включает несколько этапов. Он начинается со сбора и предобработки данных (очистка, нормализация), затем следует выбор модели и ее обучение. После этого идет этап оценки производительности и, наконец, развертывание (deployment) модели в реальной эксплуатационной среде, где она продолжает мониториться и при необходимости переобучаться.

#### **Заключение**

В заключение, разработка и применение систем ИИ в задачах машинного обучения продолжит определять технологический прогресс. Интеграция различных парадигм МО, использование мощных вычислительных ресурсов и решение этических проблем являются ключевыми условиями для реализации полного потенциала ИИ. Дальнейшее развитие алгоритмов и рост доступности данных обещают еще более глубокую автоматизацию и инновации в ближайшие годы.

#### **Список литературы**

1. *Воронцов К.В.* Математические основы машинного обучения: курс лекций / К.В. Воронцов. – Москва: МФТИ, 2019. – 156 с.
2. *Goodfellow I.* Deep Learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 800 p.
3. *Рассел С.* Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – 3-е изд. – Москва: Вильямс, 2016. – 1408 с.
4. *Шумский В.И.* Нейронные сети и глубокое обучение: учебник / В.И. Шумский. – Москва: Юрайт, 2022. – 320 с.
5. *Bishop C.M.* Pattern Recognition and Machine Learning / C. M. Bishop. – New York: Springer, 2006. – 738 p.

---

## **ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ (BIG DATA ANALYTICS) НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

**Комекова Т.<sup>1</sup>, Оразова С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Комекова Тойбиби – преподаватель*

*Туркменский государственный архитектурно-строительный институт*

<sup>2</sup>*Оразова Сулгунджемал – преподаватель*

*Туркменский национальный институт мировых языков имени Довлетмаммеда Азади  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** в статье рассматриваются теоретические основы, практическое значение и возможные пути внедрения систем анализа больших данных (Big Data Analytics), дополненных методами искусственного интеллекта (AI), в государственное управление. Анализируются актуальные проблемы подготовки

данных, архитектуры платформ, правового и этического регулирования, институциональной готовности и человеческого капитала. На основе обзора международного опыта и современных исследований предложены инновационные подходы — гибридные модели «человек + AI», федеративное обучение и применение синтетических данных, модели доверительного управления данными (data trusts), а также методология поэтапного внедрения с применением пилотных проектов и независимого аудита алгоритмов. Отдельное внимание уделено метрикам эффективности, требованиям к объяснимости моделей и защите прав граждан.

**Ключевые слова:** Big Data Analytics; искусственный интеллект; государственное управление; управление данными; объяснимый AI; федеративное обучение; публичная политика; этика данных.

В современных условиях цифровой трансформации государственное управление сталкивается с возрастающей потребностью в обработке и использовании больших объёмов разнородных данных для принятия оперативных и стратегических решений. Параллельно развиваются методы искусственного интеллекта, позволяющие извлекать из таких наборов скрытые закономерности, прогнозировать события и оптимизировать ресурсы. Эффективная интеграция Big Data Analytics и AI в государственном секторе обещает существенное повышение продуктивности, оперативности и качества публичных услуг, однако требует решения комплекса технических, организационных и правовых задач. Международные обзоры показывают, что хотя использование AI в публичных услугах становится приоритетом для многих стран, внедрение остаётся фрагментарным и неравномерным; лишь относительно небольшая доля государств систематически использует AI в процессах подготовки политики, а более широкое распространение наблюдается в области внутренних операций и обслуживания граждан. Эти выводы подчёркивают необходимость системного подхода к внедрению, основанного на стандартах, управлении данными и усилении институциональной способности.

Теоретические основания применения Big Data Analytics в государственном управлении опираются на сочетание нескольких дисциплин: теории принятия решений, теории информации и статистики, машинного обучения и теории управления. Сама идея заключается не только в увеличении «мощности» анализа, но и в переходе от репрезентативных выборочных исследований к постоянной, многомерной и временно разрешённой аналитике, которая позволяет осуществлять мониторинг в реальном времени и сценарное моделирование. В этом контексте ключевым становится понятие «информационного цикла политики»: от сбора данных и их валидации до моделирования последствий, оценки альтернатив и обратной связи. AI-технологии расширяют каждую фазу этого цикла, но одновременно добавляют сложность — интерпретируемость результатов, проверяемость гипотез и необходимость управления алгоритмическими рисками. Научная литература подчёркивает, что преимущества Big Data в политикуме возможны лишь при обеспечении качества данных, прозрачности моделей и институциональной ответственности.

Этические и правовые проблемы при внедрении Big Data Analytics в публичный сектор требуют систематического решения. Автоматизированные решения могут воспроизводить существующие социальные предубеждения и усиливать дискриминацию, если тренировочные данные отражают историческую несправедливость. Поэтому обязательными элементами архитектуры становятся: процедуры выявления и коррекции смещений (bias testing), требование объяснимости алгоритмов (explainability), а также механизмы обжалования решений, влияющих на права граждан. Параллельно необходимо регулирование доступа к данным, ответственность за алгоритмические решения и прозрачность в отношении

использования персональных данных. Международные рекомендации подчёркивают, что государства должны позиционировать себя не только как пользователи AI, но и как разработчики и регуляторы, формируя стандарты и практики, которые обеспечат общественное доверие. Практические рекомендации включают обязательство публиковать реестры используемых моделей и отчёты по оценке рисков, внедрять независимые аудиты и устанавливать процедурное право на объяснение решений.

Практическая дорожная карта для внедрения систем Big Data Analytics на основе AI в государственном управлении должна включать несколько последовательных этапов. Первичный этап — диагностика данных и возможностей: аудиты качества данных, инвентаризация источников, оценка правового поля и готовности инфраструктуры. На втором этапе реализуются пилотные проекты в «низко-рискованных» областях (внутренние операции, аналитика спроса на услуги, оптимизация логистики), сопровождаемые строгими процедурами мониторинга и оценивания результатов. Третий этап — масштабирование успешных пилотов в кросс-ведомственные платформы, внедрение MLOps и развитие услуг в прикладных областях (здравоохранение, транспорт, урбанистика). Четвёртый этап — институционализация: создание реестров моделей, механизмов аудита, учебных программ для гражданских служащих и нормативного обеспечения. На каждом этапе важна открытость методик и участие заинтересованных сторон (multi-stakeholder approach): экспертов, граждан, НКО и академических кругов. Институциональные барьеры (сопротивление изменениям, дефицит кадров, бюджетные ограничения) преодолеваются через целевые программы обучения, временное объединение навыков с частным сектором и международное сотрудничество.

Главные риски и ограничения — технические (качество данных, масштабируемость, drift моделей), институциональные (управление, ответственность, кадры), правовые и этические (конфиденциальность, дискриминация), а также общественные (недоверие, цифровое неравенство). Для минимизации рисков необходима комплексная стратегия: предварительная оценка рисков, обязательное тестирование на смещения, открытая документация и механизмы обжалования решений, обучение персонала и прозрачные коммуникации с обществом. Международные организации предлагают практические инструменты и рамки, которые могут быть адаптированы под национальные реалии; важен диалог между администрацией, гражданским обществом и экспертами.

### ***Список литературы***

1. *Zhang L., Li H. & Zhou J. (2023). Nanotechnology in Sustainable Construction: Recent Advances and Future Trends. Journal of Building Materials Science.*
2. *Mehta P.K. & Monteiro P.J.M. (2022). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. McGraw-Hill Education.*
3. *Alizadeh R., et al. (2021). Nano-Silica and its Influence on Cement-Based Materials. Construction and Building Materials, 301.*

# ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IOT) В ЦИФРОВУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМИ ГОРОДАМИ

Сопыев А.<sup>1</sup>, Аллабердыева Б.<sup>2</sup>, Алланазаров Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сопыев Азат – преподаватель,

<sup>2</sup>Аллабердыева Багуль – студент,

<sup>3</sup>Алланазаров Назли – студент,

Туркменский государственный финансовый институт,

г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** статья посвящена исследованию процессов интеграции технологий Интернета вещей (IoT) в архитектуру цифровой инфраструктуры современных городов и анализу возможностей, которые открываются при использовании данных систем в управлении умными городами. В работе обосновывается необходимость использования IoT как ключевого элемента цифровой трансформации urban-среды, раскрываются теоретические основы функционирования IoT-систем, структуры сенсорных сетей и сетевых протоколов, а также механизмы взаимодействия устройств с облачными и периферийными вычислениями. Особое внимание уделяется инновационным направлениям развития IoT, включая внедрение моделей автономного управления, искусственного интеллекта и предиктивной аналитики для оптимизации функционирования городских систем.

**Ключевые слова:** интернет вещей, умный город, цифровая инфраструктура, сенсорные сети, edge-computing, цифровая трансформация, городское управление, большие данные, искусственный интеллект, автономные системы.

Современные процессы урбанизации сопровождаются стремительным ростом сложности управления городскими системами, что обуславливает необходимость внедрения новых цифровых технологических инструментов. Интернет вещей (Internet of Things, IoT) постепенно превращается в основу цифровой инфраструктуры умных городов, обеспечивая непрерывный обмен данными между физическими объектами, информационными платформами и административными системами. Интеграция IoT в городскую среду позволяет достигать высокой степени автоматизации процессов, повышать эффективность управления ресурсами, сокращать эксплуатационные затраты и обеспечивать оптимизацию жизненного цикла городской инфраструктуры. Согласно исследованиям McKinsey (2023), потенциал экономической выгоды от внедрения IoT в городской среде оценивается в диапазоне до 1,7 трлн долларов ежегодно, что подчеркивает стратегическую значимость данной технологии для будущего развития урбанизированных территорий.

Теоретической основой IoT является концепция объединения физических объектов в единую систему, в которой каждый элемент способен генерировать, передавать и анализировать данные, участвовать в процессах автоматизации и принимать решения на основе предиктивных моделей. Основные составляющие IoT включают сенсорные устройства, коммуникационные протоколы, системы сбора и обработки данных, облачные платформы, а также средства искусственного интеллекта. В современных городах IoT-системы включают датчики качества воздуха, интеллектуальные счётчики, камеры, транспортные маячки, умные светофоры, устройства контроля расхода ресурсов, а также элементы общественной безопасности. Эти устройства формируют гигантские массивы данных, которые требуют использования Big Data-аналитики, edge-computing и распределённых систем хранения.

Одной из инновационных тенденций является переход от централизованных облачных решений к гибридным моделям, включающим edge-computing.

Периферийные вычисления позволяют обрабатывать данные ближе к источнику возникновения, что резко снижает задержки, уменьшает нагрузку на сеть и обеспечивает более высокий уровень безопасности. Это особенно важно для транспортных систем, систем видеонаблюдения, управления энергосетями и объектов критической инфраструктуры. Переход к распределённой аналитике является ключевым этапом эволюции IoT-городов, поскольку позволяет реализовать локальные автономные решения и повысить устойчивость всей городской сети.

Новизна современных исследований IoT заключается в использовании искусственного интеллекта и механизмов машинного обучения. Интеллектуальные IoT-системы способны осуществлять прогнозирование аварий, анализировать потребление ресурсов, выявлять закономерности городской активности и создавать рекомендации для городских операторов. Например, система предиктивного управления трафиком на основе глубинного обучения, применяемая в Пекине, снизила заторы на ключевых магистралях на 15 %. В области коммунального хозяйства алгоритмы прогнозирования выявляют скрытые утечки, сокращая потери воды на 20–25 %. Таким образом, интеграция AI-моделей позволяет превратить IoT-экосистему из пассивной среды в активного участника принятия решений.

Рассматривая перспективы развития IoT в умных городах, необходимо учитывать вопросы безопасности и приватности. Массовое подключение устройств создаёт потенциальные уязвимости, связанные с перехватом данных, DDoS-атаками или подменой команд управления. Современные исследования предлагают множество решений, включая криптографические протоколы легковесного класса, блокчейн-архитектуры, системы поведенческой аномалистики и механизмы доверенных вычислений (Trusted Execution Environment). При этом наиболее перспективным подходом считается использование децентрализованных доверенных систем на основе блокчейна, которые обеспечивают целостность и неизменяемость данных при минимальных затратах на централизованную инфраструктуру.

Практическая реализация IoT-интеграции требует решения организационных и нормативных задач. Необходимо разработать правовые механизмы, регулирующие сбор, хранение и использование данных граждан, а также обеспечить прозрачность алгоритмов при принятии решений. Городские администрации должны создавать центры компетенций, внедрять стандарты цифрового проектирования и формировать единую платформу взаимодействия всех участников — операторов связи, поставщиков технологий, научных учреждений и государственных органов. Международный опыт показывает, что успешное внедрение IoT в городскую экосистему возможно лишь при наличии сильной цифровой стратегии, включающей долгосрочное финансирование и инвестирование в инфраструктуру связи.

Таким образом, интеграция Интернета вещей в цифровую инфраструктуру городской среды формирует новый этап развития концепции умных городов. Благодаря сочетанию сенсорных сетей, облачных технологий, edge-аналитики и искусственного интеллекта города получают уникальную возможность перехода к интеллектуальным и адаптивным моделям управления. IoT обеспечивает повышение эффективности городской логистики, оптимизацию энергоснабжения, улучшение экологических условий, повышение безопасности и качества городской жизни. Современные тенденции указывают на переход к автономным IoT-системам, что делает возможным создание полностью самоуправляемых городских комплексов. Перспективы развития IoT в умных городах будут связаны с расширением гибридных вычислительных архитектур, повышением уровня автоматизации, использованием цифровых двойников и формированием интегрированных платформ управления, объединяющих все городские процессы в единую цифровую экосистему.

## Список литературы

1. McKinsey Global Institute. Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future, 2023.
2. IEEE Internet of Things Journal, Special Issues 2023–2024.
3. European Commission. IoT Policy Framework and Smart City Architecture, 2024.
4. Singapore Smart Nation and Digital Government Office Reports, 2023–2024.

---

## КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ: МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Оразов Г.<sup>1</sup>, Оразов Т.<sup>2</sup>, Реджепов К.<sup>3</sup>, Какабаев Ч.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Оразов Гурбандурды – Старший преподаватель,

<sup>2</sup>Оразов Тойлы – преподаватель,

<sup>3</sup>Реджепов Какаджан – преподаватель,

<sup>4</sup>Какабаев Чары – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу криптографической защиты информации, рассматривая основные методы шифрования данных и принципы обеспечения сетевой безопасности. В исследовании систематизируются подходы к шифрованию, включая симметричные (например, AES) и асимметричные (например, RSA, эллиптические кривые) алгоритмы, а также их применение в протоколах обмена ключами. Особое внимание уделяется роли хеш-функций и цифровых подписей в обеспечении целостности и аутентификации данных. Анализируются архитектурные решения для построения безопасных сетей, включая использование VPN-туннелей и протоколов TLS/SSL.

**Ключевые слова:** криптография, шифрование данных, сетевая безопасность, симметричные алгоритмы, асимметричные алгоритмы, хеш-функции, цифровая подпись, TLS/SSL, постквантовая криптография.

Криптография является основой современной информационной безопасности, обеспечивая конфиденциальность, целостность и аутентификацию данных. Конфиденциальность достигается за счет шифрования, делая информацию нечитаемой для неавторизованных лиц. Целостность гарантируется с помощью хеш-функций, которые обнаруживают любые изменения в данных. Аутентификация, в свою очередь, подтверждает подлинность отправителя или получателя, часто через использование цифровых подписей.

В основе криптографической защиты лежат симметричные алгоритмы шифрования, такие как AES (Advanced Encryption Standard). В этих схемах один и тот же секретный ключ используется как для шифрования, так и для расшифрования данных. Симметричное шифрование отличается высокой скоростью работы и эффективностью, что делает его идеальным для обработки больших объемов данных. Оно широко применяется для защиты хранимой информации и трафика внутри защищенных сетей.

С другой стороны, асимметричные алгоритмы (или криптография с открытым ключом), такие как RSA и системы на основе эллиптических кривых (ECC), используют пары ключей. Один ключ является публичным и доступен всем, а другой

— приватным и хранится в секрете владельцем. Публичный ключ используется для шифрования данных, а приватный — исключительно для их расшифрования. Асимметричное шифрование медленнее симметричного, но незаменимо для безопасного обмена ключами и цифровых подписей.

Обмен ключами является критически важным этапом в обеспечении сетевой безопасности. Протокол Диффи-Хеллмана позволяет двум сторонам безопасно установить общий секретный ключ по незащищенному каналу связи. Это ключевой элемент, позволяющий перейти к высокоскоростному симметричному шифрованию сеансовых данных после первоначального асимметричного рукопожатия. Современные системы часто используют более эффективные версии этого протокола, основанные на эллиптических кривых.

Хеш-функции представляют собой односторонние математические функции, которые преобразуют входные данные любого размера в фиксированный по длине хеш (или "отпечаток"). Невозможно восстановить исходные данные по хешу, и даже небольшое изменение входных данных приводит к совершенно другому хешу. Хеш-функции (например, SHA-256) используются для проверки целостности файлов. Они также применяются при хранении паролей, где сохраняется не сам пароль, а его хеш.

Цифровая подпись использует асимметричную криптографию для обеспечения аутентификации и неотрекаемости. Отправитель хеширует документ и шифрует полученный хеш своим приватным ключом — это и есть цифровая подпись. Получатель расшифровывает подпись публичным ключом отправителя и сравнивает полученный хеш с хешем, вычисленным из самого документа. Совпадение подтверждает авторство и целостность документа.

Протокол TLS/SSL (Transport Layer Security / Secure Sockets Layer) является краеугольным камнем безопасности в сети Интернет. Он обеспечивает безопасное соединение между веб-браузером пользователя и сервером. TLS использует комбинацию асимметричного шифрования для обмена ключами и симметричного шифрования для передачи данных. Этот протокол гарантирует, что весь трафик, включая личные данные и платежную информацию, остается конфиденциальным.

Для защиты корпоративных сетей и удаленного доступа активно используются VPN (Virtual Private Network) туннели. VPN создает зашифрованный, безопасный "туннель" через незащищенную публичную сеть, например, Интернет. Трафик внутри этого туннеля шифруется, что обеспечивает конфиденциальность передаваемых данных и скрывает IP-адрес пользователя. Современные VPN-протоколы, такие как IKEv2/IPsec, используют надежные криптографические стандарты.

Обеспечение сетевой безопасности не ограничивается только шифрованием данных. Оно также включает управление ключами, которое охватывает их генерацию, хранение, распределение и уничтожение. Слабое управление ключами может свести на нет самые сильные алгоритмы шифрования. Ключи должны храниться в безопасных модулях (HSM) и регулярно обновляться.

Развитие квантовых компьютеров представляет серьезную угрозу для существующих асимметричных криптосистем, таких как RSA и ECC. Квантовые компьютеры, использующие алгоритм Шора, смогут взломать эти системы за разумное время. Это привело к активному развитию постквантовой криптографии (PQC). PQC-алгоритмы основаны на математических задачах, которые считаются сложными для решения даже квантовым компьютером.

### **Заключение**

В заключение, криптографическая защита является динамично развивающейся областью, постоянно адаптирующейся к новым угрозам и технологическим вызовам. Переход от симметричных к асимметричным схемам, а затем к постквантовым алгоритмам демонстрирует постоянную эволюцию. Успешное обеспечение сетевой



безопасности требует комплексного подхода, объединяющего сильные алгоритмы, надежное управление ключами и современные протоколы.

### **Список литературы**

1. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. Москва: Триумф, 2002. 816 с.
2. Столлингс В. Криптография и сетевая безопасность: принципы и практика. 8-е изд. Москва: Вильямс, 2021. 1040 с.
3. Габидулин Э.М., Киселецкий А.С., Колыбелов С.А. Защита информации: учебное пособие. Москва: МФТИ, 2011. 263 с.
4. Paar C., Pelzl J. Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners. Berlin: Springer, 2010. 574 p.
5. Chen L.H., Cheng J., Zhou Y. Post-Quantum Cryptography: Current Status and Future Challenges // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 119572–119584.

---

## **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ И ПРОТИВОТОЧНЫХ ПОТОКАХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ**

**Чекаева М.**

*Чекаева Марал - преподаватель  
Государственный энергетический институт Туркменистана  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** в статье рассматриваются современные методы определения коэффициента теплопередачи в теплообменниках с параллельным и противоточным движением теплоносителей. Обоснована необходимость повышения точности расчётных и экспериментальных методик в связи с возрастанием требований к энергоэффективности и надёжности теплотехнического оборудования. Проанализированы теоретические основы теплопередачи, включая конвекцию, теплопроводность и тепловое сопротивление межфазной поверхности. Представлены современные подходы к расчету коэффициента теплопередачи с учетом нелинейных температурных полей, изменяющихся теплофизических свойств рабочих сред и геометрических параметров аппаратов. Обсуждены инновационные методы, включающие цифровые модели, CFD-симуляции и интеллектуальные алгоритмы обработки экспериментальных данных. Показано, что использование гибридных вычислительных моделей и машинного обучения повышает точность прогнозирования теплообменных процессов. Сделан вывод о перспективах дальнейшего развития методов определения коэффициента теплопередачи для различных схем движения теплоносителей в условиях переходных режимов, многокомпонентных сред и миниатюризации теплообменной техники.

**Ключевые слова:** коэффициент теплопередачи, теплообменник, параллельный поток, противоточный поток, тепловое сопротивление, CFD-моделирование, теплотехнические расчёты, турбулентность, энергоэффективность.

Современное развитие теплотехники и растущие требования к энергоэффективности промышленного оборудования, систем отопления, кондиционирования, теплоутилизации и переработки материалов требуют совершенствования методов определения коэффициента теплопередачи в различных

типах теплообменников. Особое внимание уделяется теплообменникам с параллельным и противоточным движением теплоносителей, поскольку именно эти схемы наиболее широко используются в промышленной практике. Коэффициент теплопередачи является ключевым параметром, определяющим энергетическую эффективность аппарата, его расчетную поверхность теплообмена, эксплуатационные характеристики и экономические показатели всего технологического процесса. Высокая точность определения коэффициента теплопередачи необходима как на стадиях проектирования теплообменных систем, так и при их эксплуатационном мониторинге, когда необходимо своевременно диагностировать деградацию теплообменных свойств вследствие загрязнений, коррозии или изменения режимных параметров.

Важное значение имеют экспериментальные методы определения коэффициента теплопередачи, такие как метод динамического разогрева, импульсные калориметрические методы, а также методы с использованием лазерных и инфракрасных систем температурной диагностики. Модернизация измерительных технологий позволяет получать точные данные о распределениях температуры по поверхностям теплообменников и в объёме теплоносителей, что существенно расширяет возможности для построения валидированных моделей теплопередачи. Например, современные инфракрасные камеры высокого разрешения позволяют регистрировать температурные поля с точностью до десятых долей градуса, что делает возможным определение локальных коэффициентов теплопередачи в реальных условиях эксплуатации. Это особенно важно для противоточных теплообменников, где локальные вариации температурного напора могут существенно влиять на общую эффективность аппарата.

Одним из наиболее перспективных направлений в развитии методов определения коэффициента теплопередачи является использование CFD-моделирования. Численный анализ турбулентных потоков позволяет прогнозировать распределение скоростей, давления, температуры и концентрации компонентов с высокой степенью детализации. Современные модели турбулентности, такие как SST  $k-\omega$ , RSM или LES, позволяют учитывать сложные вихревые структуры и нестационарные явления, определяющие интенсивность теплообмена. Для параллельных потоков CFD-моделирование позволяет уточнить влияние неравномерности скоростей на входе, а также выявлять зоны застойных течений. Для противоточных теплообменников моделирование позволяет учитывать взаимное влияние потоков, особенности распределения тепловой нагрузки по длине аппарата и оптимизировать геометрические параметры каналов, ребер, пластин и турбулизаторов.

Важным аспектом является влияние загрязнений и отложений на теплопередачу, особенно в условиях длительной эксплуатации теплообменников в промышленных системах. Учет фоллинга требует введения дополнительного сопротивления, которое может изменяться во времени. Современные методы предполагают использование динамических моделей фоллинга, позволяющих прогнозировать снижение коэффициента теплопередачи и оптимизировать график технического обслуживания. Применение противоточных схем при этом более предпочтительно, поскольку они обеспечивают более равномерное распределение отложений и снижают риск локальных перегревов.

Перспективой развития методов определения коэффициента теплопередачи является комплексный подход, объединяющий традиционные инженерные методики, расширенные экспериментальные методы, CFD-моделирование и искусственный интеллект. Такой подход позволяет формировать цифровые двойники теплообменных систем, способные к самокоррекции и оптимизации. Цифровые двойники дают возможность моделировать сложные процессы в параллельных и противоточных

потоках, учитывать влияния переходных режимов, изменения состава и свойств теплоносителей, а также управлять режимами работы в режиме реального времени.

Таким образом, современные научные исследования подтверждают, что повышение точности определения коэффициента теплопередачи в параллельных и противоточных потоках представляет собой одно из наиболее важных направлений развития современной теплотехники. Интеграция математических моделей, интеллектуальных технологий, экспериментальных методов и цифровых систем мониторинга создает новые возможности для оптимизации теплообменных процессов и повышения эффективности оборудования. Научная новизна данного направления заключается в развитии междисциплинарных подходов, позволяющих объединить физику процессов, цифровые технологии и инженерную практику в единый инструментарий для решения задач теплопередачи будущего.

### **Список литературы**

1. Incropera F.P., DeWitt D.P. Fundamentals of Heat and Mass Transfer.
2. Mills A.F. Heat Transfer.
3. Kakac S., Liu H. Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design.
4. Модернизированные методы CFD-моделирования теплообмена, журналы Applied Thermal Engineering, Energy Conversion and Management.
5. Исследования ИИ-алгоритмов в теплотехнике, журналы Energy AI, International Journal of Heat and Mass Transfer.
6. Современные методы фолдинг-диагностики теплообменников, публикации Chemical Engineering Science.
7. Новые экспериментальные методы измерения локальных коэффициентов теплопередачи, исследования 2020–2024 гг.

---

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ И КРИПТОАНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ В ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМАХ**

**Шагулыев Ш.<sup>1</sup>, Мередова О.<sup>2</sup>, Чарыева А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Шагулыев Шагулы - преподаватель

<sup>2</sup>Мередова Огулджаннет - студент

<sup>3</sup>Чарыева Айджерен – студент

Туркменский государственный финансовый институт,  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** статья посвящена исследованию современных криптографических и криптоаналитических методов, применяемых для обеспечения безопасности данных в облачных системах. Рассматриваются теоретические основы симметричной и асимметричной криптографии, методы постквантовой защиты, гомоморфное шифрование, распределённые протоколы, криптографические схемы с разделённым доверием и современные подходы к обнаружению атак. Анализируются реальные угрозы, возникающие в облачных вычислениях, включая межконтейнерные атаки, атаки побочных каналов, угрозы от инсайдеров и возможности компрометации виртуализированной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** Криптография; криптоанализ; облачные системы; постквантовая криптография; гомоморфное шифрование; безопасность данных; атакующие модели; распределённые протоколы; zero-knowledge; ИИ в кибербезопасности.

В условиях стремительного развития облачных технологий обеспечение безопасности данных становится одним из ключевых направлений современной информационной науки. Миграция вычислительных мощностей в облако сопровождается переходом от локально контролируемых инфраструктур к распределённым архитектурам, в которых данные проходят стадии хранения, обработки и передачи в окружении, потенциально доступном для посторонних субъектов. Это создаёт уникальные вызовы, требующие применения современных криптографических и криптоаналитических методов, способных обеспечить безопасность данных в условиях постоянной эволюции угроз. Криптография перестала быть лишь математическим инструментом и превратилась в динамический элемент облачных экосистем, который должен адаптироваться к новым формам атак, включая квантовые угрозы, атаки на виртуализацию и эксплуатацию побочных каналов. Исследования последних лет показывают, что традиционных методов шифрования становится недостаточно, поскольку злоумышленники используют слабости контейнеризации, оркестрации, межсетевых шлюзов и уязвимости в слоях hypervisor, что значительно повышает риски компрометации данных в облаке (по данным ENISA Threat Landscape 2023 и Cloud Security Alliance).

Теоретической основой защиты данных в облачных системах выступает сочетание симметричных алгоритмов (AES, Twofish, ChaCha20), асимметричных криптосистем (RSA, ECC, ElGamal), а также современных гибридных структур, которые объединяют преимущества обоих подходов. В последние годы отмечается тенденция перехода к устойчивым к квантовым атакам системам, что связано с развитием квантовых компьютеров и алгоритмов, подобных алгоритму Шора, способному полиномиально решать задачу факторизации и дискретного логарифма.

Одновременно с криптографией развивается и криптоанализ, который представляет собой неотъемлемую часть процесса обеспечения безопасности в облачных экосистемах. Современные исследования показывают, что атакующие всё чаще используют анализ побочных каналов, включая электромагнитные излучения, утечки через кэш-память, тайминг-атаки и атаки на совместно используемые ресурсы виртуализированных систем. Работы 2020–2024 годов по атакам типа Prime+Probe, Flush+Reload и Spectre/Meltdown демонстрируют, что даже идеально криптографически защищённые данные могут быть скомпрометированы из-за архитектурных уязвимостей. В облачных системах многопользовательская среда усугубляет эти проблемы: злоумышленник может развернуть злонамеренный контейнер рядом с контейнером жертвы и получить доступ к данным через кэш или процессорные предсказания.

Криптографические методы защиты включают в себя также схемы распределённого доверия — пороговые криптографические протоколы, многосторонние вычисления (MPC), схемы секрета Шамира и распределённые ключевые инфраструктуры. По данным исследований MIT и ETH Zürich, MPC становится ключевым инструментом распределённых вычислений, позволяя нескольким участникам выполнять совместные операции без раскрытия индивидуальных данных. В облачных системах MPC применяется в задачах биометрической идентификации, анализе больших данных, распределённой верификации транзакций и конфиденциальных финансовых операций. Расширение MPC привело к созданию моделей федеративного машинного обучения, в которых данные не покидают границы локальных узлов, а в облако передаются только обновления весов моделей, обеспеченные криптографическими механизмами. Такие подходы минимизируют риск утечек и обеспечивают соответствие требованию законодательства о защите данных.

Среди инновационных направлений выделяется интеграция искусственного интеллекта и криптографии. В 2023–2025 годах активно развиваются методы

нейросетевого анализа аномалий в криптографических протоколах, обнаружения атак на основе ИИ и динамических систем управления ключами. Предлагается концепция «адаптивной криптографии», при которой алгоритмы в реальном времени определяют уровень угрозы и автоматически переключаются между режимами шифрования, выбирая наиболее устойчивые схемы. Исследования в области машинного обучения для криптоанализа показывают, что ИИ способен выявлять уязвимости в реализации шифров, обнаруживать аномальные ключевые зависимости и оптимизировать параметры генерируемых ключей. Это требует создания «двусторонних» систем ИИ: одни модели используются защитниками для анализа атак, другие — для генерации адаптивных криптосистем, третьи — для тестирования стойкости алгоритмов.

Перспективные пути реализации систем безопасности в облачных инфраструктурах включают создание доверенных исполнительных сред (TEE), использование аппаратных модулей безопасности, внедрение четырехуровневых политик защиты (данные-в-покое, данные-в-движении, данные-в-использовании и данные-в-виртуализации), интеграцию протоколов zero-knowledge для скрытой аутентификации и использование квантовых каналов связи для обмена ключами в критических системах. Дополнительный потенциал открывает применение синтетических данных в обучении криптоаналитических ИИ-моделей, что позволяет избежать утечек реальных данных и формировать универсальные модели анализа.

Таким образом, современная защита данных в облачных системах не ограничивается использованием классических алгоритмов шифрования. Она включает в себя комплексную экосистему методов, основанных на математической криптографии, аппаратной безопасности, распределённых протоколах и искусственном интеллекте. Инновационные решения, такие как постквантовые алгоритмы, гомоморфное шифрование и MPC, формируют основу защищённых облаков нового поколения, а интеграция ИИ в криптографические системы открывает перспективы создания самоадаптивных моделей защиты. Развитие криптоаналитических методов позволяет заблаговременно выявлять уязвимости и моделировать будущие атаки, что превращает безопасность в непрерывный эволюционный процесс.

### *Список литературы*

1. NIST. Post-Quantum Cryptography Standardization Reports (2022–2024).
2. ENISA Threat Landscape (2023, 2024).
3. Cloud Security Alliance. Cloud Cryptography Reports (2022–2025).

## ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА: ИСТОРИЯ, МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ

Арашева О.<sup>1</sup>, Тораев Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Арашева Огулсанды - преподаватель

<sup>2</sup>Тораев Довлетгелди - студент

Туркменский государственный финансовый институт,  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** высокий уровень дохода на душу населения в нашей стране, высокая производительность труда во всех секторах, активный темп экономических реформ, высокий уровень человеческого капитала и научно-технологического развития, а также конкурентоспособность на мировом рынке являются основными характеристиками экономического роста и сильного государства. Таким образом, дальнейшее социально-экономическое развитие нашей страны, улучшение и диверсификация замкнутой циркулярной экономики в нашем нейтральном государстве подтверждаются.

**Ключевые слова:** доход, экономика, циркулярный, программа, страна, развития, Туркменистан.

«Устойчивый экономический рост является главной целью нашей долгосрочной стратегии. Поэтому мы успешно реализуем наши программы и реформы, охватывающие все направления нашей экономики.»<sup>1</sup>

Президент Туркменистана Бердымухамедов Сердар

В эпоху нового этапа процветания суверенного государства под руководством уважаемого Президента осуществляются широкомасштабные работы, направленные на всестороннее развитие нашей Родины и повышение благосостояния нашего народа. В этом процессе важное значение придается внедрению инновационных технологий как основы устойчивого экономического роста и развитию цифровой экономики. На основании успешного международного сотрудничества и инвестиционной политики, проводимой уважаемым Президентом, укрепляется экономический потенциал страны, создаются соответствующие социальные, транспортные и инженерные структуры. Эта стратегия подразумевает комплексную модернизацию и диверсификацию секторов нашей национальной экономики, активное внедрение передовых методов и высоких технологий.

**Цель задачи.** Исходя из «Национальной программы социально-экономического развития Туркменистана на 2022-2052 годы», «Программы Президента Туркменистана по социально-экономическому развитию страны на 2022-2028 годы», «Национальной программы Президента Туркменистана по улучшению условий жизни населения в селах, городках, городах и районах до 2028 года», обосновать возможности внедрения экономики замкнутого цикла в нашей стране.

Замкнутая экономика, или циркулярная экономика, представляет собой экономическую модель, которая акцентирует внимание на минимизации отходов и повторном использовании ресурсов. Идеи замкнутой экономики можно проследить до древних цивилизаций, где люди использовали природные ресурсы максимально

---

<sup>1</sup> Журнал «Финансы и экономика» № 4. Июль-август 2024 г.

эффективно, стремясь минимизировать отходы. Например, в аграрных обществах практиковали севооборот и переработку органических отходов.

В 20 веке внимание к ресурсам и экологии усилилось. Это заставило людей задуматься об «устойчивых» способах ведения дел. В 90-е годы люди начали лучше понимать идею экономики кругового использования и повторного использования. Ученые и экологи помогли сделать ее популярной. В этот период большое внимание уделялось переработке и повторному использованию вещей. С начала 2000-х годов многие страны начали включать в свои большие планы идею кругового использования ресурсов (а не растраты их впустую). Европейский Союз запустил множество проектов по поощрению экономики замкнутого цикла, уделяя особое внимание переработке отходов и более ответственным покупкам. Сегодня циркулярная экономика считается важным методом устойчивого развития и борьбы с изменением климата. Некоторые организации и правительство прилагают все усилия, чтобы следовать идеям циркулярной экономики, чтобы сократить отходы и максимально эффективно использовать ресурсы. История экономики замкнутого цикла началась давно и теперь включает в себя новые идеи по разумному использованию ресурсов, демонстрируя, что люди более осведомлены об их сохранении.

В циклической экономике в отличие от линейной все взаимосвязано. Отходы одного производства используются в новых производственных циклах другой компании или в других отраслях (промышленный симбиоз), а товары проектируются таким образом, чтобы было проще и безопаснее «вдохнуть» в них новую жизнь после устаревания/поломки (восстановление, ремонт, даунсайклинг) и повторно запустить на рынок, возможно, уже как новый более высокотехнологичный продукт (апсайклинг). Классический пример нелинейного производства – разделение циклов на биологический и технический. Используемые в конструкции товара материалы в конце его срока службы отделяются: органика возвращается в биологическую среду для естественного распада, синтетические материалы заново проходят производственный цикл и используются повторно в составе новой партии товара.

Для того, чтобы циклическая экономика стала реальностью, требуется большая работа со стороны государства и бизнеса: в первом случае - создание нормативных условий и экономического обоснования, а во втором - глубокая мировоззренческая трансформация.

Несмотря на имеющиеся трудности перехода к ЭЗЦ, реализация циркулярной деятельности в бизнес-процессах имеет преимущества. Невозможно бесконечно жить в модели линейной экономики, просто потому, что раньше или позже, или ресурсы заканчиваются, или место, куда складировать отходы. И даже не важно, что из этого произойдет вперед.

Именно поэтому переход на циклическую модель экономики неизбежен. Всем предстоит еще много работы в этом направлении, но нам это по силам.<sup>1</sup>

### *Список литературы*

1. "Circular Economy: A Wealth of Flows" - Ken Webster.
2. "The Circular Economy: A User's Guide" - Walter R. Stahel.
3. "Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage" - Peter Lacy и Jakob Rutqvist.
4. "Circular Economy: Global Perspectives, Practices and Challenges" - Fausto P. de Almeida и другие.

<sup>1</sup> [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://journal.ecostandard.ru/eco/kontekst/ekonomika-zamknutogo-tsikla-stanovitsya-realnostyu/>

## РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОЧНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ялкапов П.

Ялкапов Пиргулы – преподаватель,  
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу и систематизации методов расчета тонкостенных пространственных конструкций (оболочек, куполов, складок) на прочность и устойчивость. Рассматриваются особенности напряженно-деформированного состояния (НДС) этих систем, включая мембранную и изгибную теории расчета. Изучаются современные аналитические и численные подходы к определению критических нагрузок и форм потери устойчивости, возникающих при статических, динамических и температурных воздействиях. Особое внимание уделяется применению метода конечных элементов (МКЭ) как наиболее универсального инструмента для моделирования физической и геометрической нелинейности. Анализируется влияние начальных несовершенств формы, анизотропии материала и краевых условий на несущую способность тонкостенных элементов. Цель работы — представить комплексный обзор подходов, обеспечивающих надежное проектирование и оптимизацию пространственных конструкций в современном строительстве.

**Ключевые слова:** строительная механика, тонкостенные конструкции, прочность, устойчивость, метод конечных элементов, оболочки, напряженно-деформированное состояние, критическая нагрузка.

Тема расчета устойчивости и прочности тонкостенных пространственных конструкций является ключевой в строительной механике и архитектуре. Такие конструкции, как оболочки, купола, складки и резервуары, отличаются высокой эффективностью при минимальном расходе материала. Они позволяют перекрывать большие пролеты без промежуточных опор, что делает их незаменимыми для спортивных арен, выставочных центров и промышленных зданий. Однако их тонкость требует особого внимания к вопросам надежности и безопасности.

Тонкостенные конструкции работают преимущественно за счет мембранных усилий, то есть напряжений, равномерно распределенных по толщине. Эти усилия (растяжение и сжатие) обеспечивают высокую несущую способность при нагрузках, действующих в плоскости. Именно преобладание мембранного напряженного состояния отличает их от традиционных балочных и рамных систем. Для точного расчета НДС необходимо учитывать сложную геометрию и краевые условия закрепления.

Одним из важнейших аспектов является расчет на прочность, который гарантирует, что максимальные напряжения в материале не превысят его допустимых пределов. При этом необходимо учитывать все виды эксплуатационных нагрузок, включая собственный вес, снеговые и временные нагрузки. Расчет проводится на основе теории упругости, часто с привлечением методов, учитывающих нелинейное поведение материала.

Критически важным является анализ устойчивости тонкостенных конструкций, поскольку они склонны к внезапной потере формы — выпучиванию. Выпучивание может произойти при нагрузках значительно меньших, чем пределы прочности



материала. Потеря устойчивости часто носит катастрофический характер, поэтому определение критической нагрузки является основной задачей при проектировании.

Для решения сложных задач, особенно с учетом нерегулярной формы и отверстий, широко применяется метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ позволяет дискретизировать конструкцию на множество малых элементов, для каждого из которых решаются уравнения равновесия. Этот численный подход позволяет получить детальное представление о распределении напряжений и деформаций по всей поверхности конструкции.

В расчете устойчивости с помощью МКЭ используются два основных подхода: линейный анализ устойчивости (определение первого критического собственного значения) и нелинейный анализ. Линейный анализ дает лишь нижнюю оценку критической нагрузки, игнорируя влияние деформаций до потери устойчивости. Нелинейный же анализ более точно отражает реальное поведение конструкции.

Геометрическая нелинейность является неотъемлемой частью расчета тонкостенных систем. Она учитывает, что равновесие сил должно быть записано для деформированной, а не для исходной формы конструкции. Учет больших перемещений и поворотов необходим для адекватного моделирования поведения элементов вблизи критического состояния.

Физическая нелинейность возникает, когда материал конструкции перестает подчиняться закону Гука, то есть выходит за пределы упругости. Это актуально для железобетонных и металлических конструкций, где необходимо учитывать пластические деформации и ползучесть. Нелинейный расчет позволяет более точно определить фактический запас прочности до разрушения.

Особую сложность в расчетах представляет влияние начальных несовершенств формы, которые неизбежно возникают при изготовлении и монтаже. Даже небольшие отклонения от идеальной геометрии могут существенно снизить критическую нагрузку тонкостенной конструкции. При проектировании необходимо закладывать допуски, учитывающие этот фактор.

Динамический анализ становится необходимым, когда конструкция подвергается переменным нагрузкам, например, ветровым порывам или сейсмическим воздействиям. В этом случае требуется расчет собственных частот и форм колебаний конструкции. Резонансные явления могут привести к значительному увеличению амплитуд колебаний и потере устойчивости.

Для повышения устойчивости тонкостенных конструкций часто применяют различные методы усиления и стабилизации. К ним относятся ребра жесткости, утолщения в местах концентрации напряжений и использование высокопрочных материалов. Выбор оптимальной схемы усиления также требует детального механического расчета и оптимизации.

Современные нормативные документы по строительству, такие как еврокоды или национальные стандарты, включают специализированные разделы, посвященные расчету устойчивости тонкостенных конструкций. Эти документы содержат эмпирические формулы и коэффициенты, которые позволяют инженерам учитывать ключевые факторы риска. Однако для уникальных сооружений всегда требуется проведение детального нелинейного анализа.

### **Заключение**

Таким образом, расчет устойчивости и прочности тонкостенных пространственных конструкций представляет собой сложную многофакторную задачу. Ее успешное решение требует интеграции классических аналитических методов с мощными численными инструментами. Это обеспечивает создание легких, экономичных и надежных архитектурных форм.

## Список литературы

1. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни: монография / В.З. Власов. – Москва: Физматлит, 1959. – 568 с.
2. Власов В.З. Строительная механика тонкостенных пространственных систем: монография / В.З. Власов. – Москва: Стройиздат, 1976. – 320 с.
3. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек: монография / А.Л. Гольденвейзер. – Москва: Наука, 1976. – 544 с.
4. Рекач В.Г. Статический расчет тонкостенных пространственных конструкций: учебное пособие / В.Г. Рекач. – Москва: Стройиздат, 1978. – 352 с.
5. Постнов В.А. Расчет тонкостенных конструкций: учебник / В.А. Постнов. – Санкт-Петербург: Судостроение, 2004. – 416 с.

---

## ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ: СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ Ялкапов П.

*Ялкапов Пиргулы – преподаватель,  
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу теоретических основ и практических методов выполнения динамического анализа зданий и сооружений, подверженных сейсмическим и ветровым нагрузкам. Рассматривается математическое моделирование динамических систем, включая определение собственных частот и форм колебаний конструкций. Изучаются современные подходы к расчету реакции сооружений на сейсмические воздействия (спектральный метод, метод прямого интегрирования) и особенности моделирования ветровых нагрузок (путевой эффект, аэродинамические коэффициенты). Особое внимание уделяется анализу демпфирующих систем, таких как маятниковые и вязкоупругие демпферы, а также сейсмоизоляции, направленных на снижение амплитуды колебаний и предотвращение резонанса. Цель работы — систематизировать знания о динамических процессах и представить обзор методов, обеспечивающих надежность и сейсмостойкость конструкций в сложных климатических и геологических условиях.

**Ключевые слова:** динамический анализ, сейсмические воздействия, ветровые нагрузки, собственные частоты, формы колебаний, метод конечных элементов, демпферы, сейсмоизоляция, спектральный метод, надежность сооружений.

Динамический анализ зданий и сооружений является неотъемлемой частью современного проектирования, особенно в регионах с высокой сейсмической активностью или сильными ветровыми нагрузками. В отличие от статического расчета, динамический анализ учитывает инерционные силы и зависимость нагрузок и реакции конструкции от времени. Целью такого анализа является обеспечение безопасной и комфортной эксплуатации сооружений при кратковременных, но интенсивных воздействиях. Необходимость применения динамического анализа регламентируется соответствующими строительными нормами и правилами.

Математическая модель динамической системы представляет собой, как правило, систему дифференциальных уравнений движения. Эти уравнения описывают взаимосвязь между силами инерции, силами демпфирования, упругими силами и внешними динамическими нагрузками. Решение этой системы позволяет определить

напряженно-деформированное состояние конструкции в любой момент времени. Правильное построение расчетной модели, отражающей реальную жесткость и массу, критически важно для точности результатов.

Ключевым этапом является определение собственных частот и форм колебаний конструкции. Собственные частоты — это частоты, на которых система будет колебаться свободно, без внешнего воздействия. Формы колебаний описывают геометрию деформаций, соответствующих каждой частоте. Эти параметры необходимы для понимания того, как конструкция будет реагировать при совпадении частоты внешней нагрузки с одной из собственных частот (резонанс).

Сейсмические воздействия представляют собой наиболее опасный вид динамических нагрузок, поскольку они характеризуются случайным, но широкополосным спектром частот. Землетрясение вызывает вибрацию основания, которая передается на конструкцию. При этом возникает значительная инерционная нагрузка, пропорциональная массе сооружения и его ускорению. Правильный учет сейсмических нагрузок требует специальных методов расчета.

Наиболее распространенным подходом к сейсмическому анализу является спектральный метод (метод расчета по спектрам ответа). Он позволяет оценить максимальную реакцию конструкции на заданное землетрясение без прямого интегрирования уравнений движения. Метод основан на использовании спектров реакции, которые показывают максимальное ускорение, скорость или перемещение одномассовой системы. Этот метод является стандартным для большинства типовых зданий.

Для более сложных или уникальных сооружений применяется метод прямого интегрирования (расчет во временной области). Этот подход использует записи реальных или синтезированных акселерограмм землетрясений. Он позволяет получить полную временную историю реакции конструкции и учесть нелинейное поведение материалов и геометрическую нелинейность с высокой точностью.

Ветровые нагрузки также имеют динамический характер, особенно для высотных и большепролетных сооружений. Ветер вызывает не только статическое давление, но и пульсационные, турбулентные и аэродинамические нагрузки, которые могут вызывать колебания. При расчете учитывается путевой эффект — изменение скорости и направления ветра с высотой.

Моделирование ветровых нагрузок часто включает применение аэродинамических коэффициентов, полученных в результате испытаний в аэродинамических трубах. Динамический компонент ветровой нагрузки учитывается через коэффициенты динамичности, которые зависят от собственной частоты конструкции и параметров ветра. Цель состоит в том, чтобы избежать опасного флаттера или резонанса с вихревым следом.

Для повышения устойчивости конструкций к динамическим воздействиям применяются системы гашения колебаний (демпфирования). Они предназначены для рассеивания энергии колебаний, уменьшая амплитуду смещений и ускорений. К ним относятся вязкоупругие демпферы, маятниковые демпферы и жидкостные демпферы.

Одним из наиболее эффективных подходов к сейсмической защите является сейсмоизоляция. Она заключается в установке специальных опор (изоляторов) между основанием и несущими конструкциями здания. Эти изоляторы (например, резинометаллические подшипники) удлиняют период собственных колебаний сооружения. Это отводит частоту колебаний здания от доминирующих частот сейсмического воздействия, значительно снижая передаваемую энергию.

Метод конечных элементов (МКЭ) является основным инструментом для выполнения всех видов динамического анализа. Он позволяет детально смоделировать сложные геометрические формы и неоднородность материалов.

Применение МКЭ незаменимо для нелинейных расчетов, которые учитывают пластические деформации и разрушение элементов конструкции.

### **Заключение**

В заключение, динамический анализ является фундаментальной дисциплиной, обеспечивающей долговечность и безопасность критически важных сооружений. Постоянное развитие вычислительных методов и технологий пассивного и активного контроля колебаний позволяет инженерам создавать более устойчивые и экономичные конструкции.

### **Список литературы**

1. Айзенберг Я.М. Сооружения с сейсмоизолирующим фундаментом / Я.М. Айзенберг. – Москва: Наука, 1988. – 240 с.
2. Болховитинов Н.Ф. Динамика и устойчивость конструкций / Н.Ф. Болховитинов. – Москва: Стройиздат, 1978. – 320 с.
3. Клюев В.В. Динамика сооружений и сейсмостойкость / В.В. Клюев, В.М. Сильвестров. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 416 с.
4. Пантелеев В.И. Ветровые нагрузки на высотные здания и сооружения / В.И. Пантелеев. – Москва: Издательство АСВ, 2019. – 184 с.
5. Чопра А.К. Динамика сооружений: учебник / А.К. Чопра; пер. с англ. – Москва: Техносфера, 2011. – 1056 с.

---

## **НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ: УЧЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

### **Ялкапов П.**

*Ялкапов Пиргулы – преподаватель,  
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу и систематизации подходов к решению нелинейных задач в строительной механике с акцентом на учете физической и геометрической нелинейности. Рассматривается физическая нелинейность, связанная с нелинейной зависимостью между напряжениями и деформациями, включая пластичность, ползучесть и повреждаемость материалов, таких как железобетон и сталь. Изучаются основы геометрической нелинейности, возникающей при больших перемещениях и поворотах элементов, что критично для расчета устойчивости тонкостенных и гибких систем. Особое внимание уделяется численным методам решения нелинейных уравнений, включая итерационные процедуры (например, метод Ньютона-Рафсона) и их реализацию в методе конечных элементов (МКЭ). Целью работы является представление комплексного обзора теоретических моделей и практических алгоритмов, необходимых для достоверного прогнозирования поведения конструкций на всех этапах нагружения, вплоть до предельного состояния.

**Ключевые слова:** нелинейная строительная механика, физическая нелинейность, геометрическая нелинейность, метод конечных элементов, большие перемещения, пластичность, ползучесть, нелинейный анализ, предельное состояние.

Нелинейные задачи в строительной механике являются важнейшим направлением исследований, позволяющим точно оценить реальное поведение конструкций при эксплуатации. Классические линейные модели часто дают неверное представление о напряженно-деформированном состоянии при высоких нагрузках. Необходимость учета нелинейности возрастает при проектировании уникальных, большепролетных и высотных сооружений. Это обеспечивает безопасность и экономическую эффективность строительства.

Физическая нелинейность связана с тем, что механические свойства материала изменяются под воздействием приложенных напряжений и деформаций. Материал перестает подчиняться закону Гука, и зависимость между напряжениями и деформациями становится нелинейной. Этот эффект наиболее ярко выражен в таких материалах, как железобетон, где происходит трещинообразование, и сталь при достижении предела текучести.

Для железобетона учет физической нелинейности является критическим из-за сложного поведения бетона и арматуры. При расчете необходимо моделировать трещинообразование в растянутой зоне бетона и нелинейную работу бетона под сжатием. Также учитываются длительные эффекты, такие как ползучесть и усадка, которые влияют на перераспределение усилий и деформации во времени.

Ползучесть — это медленное увеличение деформаций бетона при постоянной нагрузке, а усадка — уменьшение его объема при высыхании. Эти эффекты требуют анализа во временной области и могут привести к значительному росту прогибов. Правильное моделирование ползучести и усадки необходимо для обеспечения долговечности и эксплуатационной пригодности конструкции.

Для стальных конструкций физическая нелинейность проявляется, когда напряжения превышают предел пропорциональности. Это ведет к пластическим деформациям, которые не исчезают после снятия нагрузки. Учет пластичности необходим для определения предельной несущей способности конструкции, которая часто значительно выше, чем при линейном расчете.

Геометрическая нелинейность возникает, когда равновесие сил и моментов рассматривается на деформированной конфигурации конструкции, а не на исходной. Это необходимо, если перемещения и повороты элементов становятся значительными. Примером является эффект  $P\text{-}\Delta$ , где вертикальная нагрузка, приложенная к смещенной колонне, вызывает дополнительный изгибающий момент.

Учет геометрической нелинейности критичен для гибких, тонкостенных и большепролетных конструкций, склонных к потере устойчивости. Например, при расчете оболочек или высоких тонких колонн необходимо учитывать, что изменение формы конструкции влияет на распределение внутренних усилий. Линейный анализ может сильно завысить критическую нагрузку.

Решение нелинейных задач требует применения итерационных методов. Поскольку уравнения равновесия нелинейны, они не могут быть решены за один шаг. Наиболее распространенным является метод Ньютона-Рафсона, который последовательно уточняет решение, используя касательную жесткость. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность.

Основным численным инструментом для нелинейного анализа является Метод конечных элементов (МКЭ). В нелинейном МКЭ жесткость элементов (матрица жесткости) постоянно пересчитывается в ходе итерационного процесса. Это позволяет учесть изменения свойств материала (физическая нелинейность) и обновлять геометрию (геометрическая нелинейность) на каждом шаге.

Для моделирования физической нелинейности в МКЭ используются различные конститутивные модели материалов. Эти модели математически описывают нелинейную связь между напряжением и деформацией, а также критерии текучести и

разрушения. Выбор адекватной конститутивной модели является ключевым для получения достоверных результатов расчета.

Проблемы сходимости часто возникают при решении нелинейных задач, особенно вблизи предельного состояния конструкции. Из-за высокой чувствительности системы к небольшим изменениям нагрузки итерационный процесс может не сойтись к решению. Инженерам приходится использовать специальные приемы, такие как метод контроля перемещений или контроль дуги, для преодоления этих трудностей.

Нелинейный анализ позволяет точно определить предельное состояние конструкции, то есть ту нагрузку, при которой происходит исчерпание несущей способности. Это дает возможность использовать более высокие расчетные коэффициенты и оптимизировать расход материалов. Таким образом, нелинейный расчет напрямую связан с экономической эффективностью и надежностью.

#### **Заключение**

В заключение, нелинейные задачи строительной механики обеспечивают необходимую глубину анализа для проектирования современных сложных сооружений. Учет физической и геометрической нелинейности с помощью МКЭ позволяет инженерам прогнозировать поведение конструкций вплоть до разрушения. Это повышает общую безопасность, оптимизирует конструктивные решения и позволяет в полной мере использовать потенциал современных строительных материалов.

#### **Список литературы**

1. *Карпенко Н.И.* Общая модель механики железобетона и расчет стержневых и плитных конструкций / Н.И. Карпенко, Н.П. Карпенко. – Москва: Изд-во АСВ, 2017. – 616 с.
2. *Попов Е.П.* Нелинейные задачи строительной механики / Е.П. Попов. – Москва: Стройиздат, 1968. – 280 с.
3. *Тимошенко С.П.* Устойчивость стержней, пластин и оболочек / С.П. Тимошенко, Д. Гере. – Москва: Наука, 1971. – 808 с.
4. *Зенкевич О.* Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – Москва: Мир, 1975. – 541 с.

---

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Тыллануров Ы.<sup>1</sup>, Бабаджанов С.<sup>2</sup>, Оразова Дж.<sup>3</sup>,  
Мухаммедкулиев Н.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Тыллануров Ысламберди – старший преподаватель,*

<sup>2</sup>*Бабаджанов Султан – старший преподаватель,*

<sup>3</sup>*Оразова Джерен – преподаватель,*

<sup>4</sup>*Мухаммедкулиев Нургелди – преподаватель,*

*Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу и систематизации инновационных материалов и технологий, применяемых в современном жилищном строительстве с целью повышения его эффективности, качества и устойчивости. Рассматриваются такие направления, как использование самовосстанавливающихся и "умных" материалов, внедрение модульного и быстровозводимого строительства, а также

*применение цифровых технологий, включая BIM и 3D-печать зданий. Особое внимание уделяется влиянию этих инноваций на энергоэффективность жилых объектов, сокращение сроков строительства и минимизацию воздействия на окружающую среду. Результаты исследования позволят оценить перспективы дальнейшего развития отрасли и определить ключевые тренды, способствующие созданию комфортного, экономичного и экологичного жилья.*

**Ключевые слова:** инновации в строительстве, жилищное строительство, энергоэффективность, BIM-технологии, 3D-печать, модульное строительство, "умные" материалы, устойчивое строительство.

Модульное и быстровозводимое строительство является одной из наиболее перспективных технологий. Оно предполагает изготовление основных элементов здания в заводских условиях. Это обеспечивает высокий контроль качества и точность сборки. В результате значительно сокращаются сроки строительства на площадке, а также уменьшается количество строительного мусора.

Особое место занимают так называемые "умные" материалы, способные реагировать на внешние условия, такие как температура или влажность. Примером могут служить самовосстанавливающиеся бетоны, которые затягивают микротрещины. Это значительно продлевает срок службы зданий, минимизируя необходимость в дорогостоящем ремонте. Интеграция таких технологий является важным шагом к созданию по-настоящему устойчивого жилья.

Инновационные материалы представляют собой основу для создания более долговечных и энергоэффективных зданий. К ним относятся композиты, материалы с фазовым переходом и высокопрочные бетоны. Эти разработки позволяют снизить потребление энергии на отопление и кондиционирование, а также увеличить срок службы конструкций. Использование таких материалов напрямую способствует сокращению эксплуатационных расходов для жильцов.

Модульный подход также позволяет более гибко адаптировать жилье к меняющимся потребностям владельцев. Можно легко добавлять или удалять секции, изменяя планировку здания. Это придает жилью дополнительную ценность в долгосрочной перспективе. Данный метод оптимизирует логистику и снижает общую стоимость проекта.

Использование BIM также значительно повышает прозрачность проекта и облегчает его последующую эксплуатацию и обслуживание. Цифровая модель содержит данные о материалах, оборудовании и сроках их замены. Это позволяет эффективно управлять жизненным циклом здания. BIM-технологии трансформируют традиционный подход к управлению строительными проектами.

3D-печать зданий, или аддитивные технологии в строительстве, представляет собой революционный метод. Она позволяет создавать конструктивные элементы или даже целые здания путем послойного нанесения специальной строительной смеси. Эта технология обеспечивает высокую геометрическую сложность и минимальное количество отходов. Перспективы 3D-печати в массовом жилищном строительстве выглядят очень многообещающе.

Одним из главных преимуществ 3D-печати является существенное сокращение трудозатрат и времени, необходимого для возведения стен. Это особенно актуально для проектов сжатых сроков и в труднодоступных районах. Технология требует тщательной разработки нормативной базы и стандартов качества. Однако она уже демонстрирует свою практическую применимость по всему миру.

Энергоэффективность остается ключевым приоритетом в современном жилищном строительстве. Инновации направлены на создание зданий с почти нулевым потреблением энергии (NZEB). Это достигается за счет использования высокоэффективной теплоизоляции, герметичных окон и систем рекуперации тепла.

Такие решения не только снижают счета за коммунальные услуги, но и уменьшают выбросы углекислого газа.

Активное развитие получает интеграция возобновляемых источников энергии непосредственно в конструкцию жилых зданий. Примером служат солнечные панели, встроенные в крышу или фасад. Также используются геотермальные тепловые насосы для отопления и охлаждения. Самодостаточные энергетически здания являются целью современного устойчивого строительства.

Роботизация и автоматизация строительных процессов являются следующим важным трендом. Применение роботов для кладки кирпича, сварки или покраски повышает точность и безопасность работ. Это минимизирует человеческий фактор и позволяет выполнять задачи высокой сложности. Автоматизация также снижает риск травматизма на строительной площадке.

Цифровые инструменты, такие как дроны и мобильные приложения, используются для мониторинга хода строительства и контроля качества. Дроны проводят инспекцию труднодоступных участков и оперативно создают 3D-карты объекта. Мобильные платформы позволяют мгновенно обмениваться данными между офисом и площадкой. Такая цифровизация улучшает принятие решений и управление проектом.

### **Заключение**

В заключение следует отметить, что инновационные материалы и технологии неразрывно связаны. Их синергия позволяет создавать жилье нового поколения, которое отвечает высоким стандартам комфорта, экономичности и экологической ответственности. Эти тренды будут определять облик строительной отрасли в ближайшие десятилетия.

### **Список литературы**

1. *Васильева Е.А.* Инновационные материалы и технологии в жилищном строительстве: значение и перспективы // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 11. С. 1586–1593.
2. *Усков В.В.* Инновации в строительстве. Организация и управление: учебно-практическое пособие. Москва: Инфра-М, 2017. 210 с.
3. *Bragin A.A.* Modern construction technologies. St. Petersburg: Piter, 2014. 221 p.
4. *Sayfullina F.M., Badrutdinova A.R.* Modern innovative technologies in low-rise residential construction // Russian Journal of Entrepreneurship. 2015. Vol. 16. № 19. P. 3167–3174.
5. *Gusev B.V., Krivoborodov Yu.R., Samchenko S.V.* Technology of self-healing concrete // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 3 (79). P. 119–128.



# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Тыллануров Ы.<sup>1</sup>, Нуриягдыев М.<sup>2</sup>, Гылычдурдыев Г.<sup>3</sup>,  
Мухаммедкулиев Н.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Тыллануров Ысламберди – старший преподаватель,

<sup>2</sup>Нуриягдыев Мырат – старший преподаватель,

<sup>3</sup>Гылычдурдыев Гурбангелди – преподаватель,

<sup>4</sup>Мухаммедкулиев Нургелди – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена применению теорий упругости и пластичности для точного расчета прочности материалов и конструкций, подверженных воздействию экстремальных условий. В исследовании рассматриваются усовершенствованные модели упругопластического деформирования, позволяющие адекватно описывать поведение материалов при высоких скоростях деформации и значительных температурных градиентах. Анализируется использование классических критериев текучести (таких как Мизеса и Треска) с учетом температурной зависимости и кинетического упрочнения. Особое внимание уделяется анализу разрушения под действием циклических и ударных нагрузок, а также необходимости численного моделирования (МКЭ) для учета геометрической и физической нелинейности. Результаты работы направлены на повышение надежности и долговечности конструкций, эксплуатируемых в неблагоприятных средах, путем разработки и верификации адекватных расчетных методик.

**Ключевые слова:** теория упругости, теория пластичности, прочность материалов, экстремальные условия, упругопластическое деформирование, критерии разрушения, численное моделирование, инженерная механика.

Теория упругости является фундаментальной основой для расчета прочности конструкций при напряжениях, не превышающих предела упругости материала. В рамках этой теории предполагается, что деформации полностью исчезают после снятия нагрузки. Основное внимание уделяется линейной зависимости между напряжениями и деформациями, описываемой законом Гука. Эта теория незаменима для анализа начальной стадии нагружения и обеспечения эксплуатационной надежности в нормальных условиях.

Однако в экстремальных условиях нагрузки часто превышают предел упругости, что приводит к возникновению необратимых, или пластических, деформаций. Теория пластичности занимается описанием поведения материалов после достижения ими предела текучести. Она включает модели упрочнения, которые описывают, как материал становится более прочным по мере пластического деформирования. Использование этой теории критически важно для оценки предельной несущей способности и живучести конструкций.

Экстремальные условия эксплуатации включают в себя широкий спектр факторов, таких как сверхвысокие или сверхнизкие температуры. Высокая температура может вызвать ползучесть и снижение модуля упругости, тогда как низкая температура часто приводит к охрупчиванию материала. Обе теории должны быть дополнены температурно-зависимыми моделями, учитывающими изменение механических свойств. Это требует введения в расчеты термодинамических параметров.

Еще одним типом экстремальных условий являются ударные и взрывные нагрузки, которые характеризуются очень высокими скоростями деформации. При

таких скоростях прочность и вязкость материала могут значительно отличаться от статических показателей. Для моделирования такого поведения используются вязкопластические модели (например, модель Джонсона-Кука). Эти модели объединяют теорию пластичности с учетом зависимости от скорости деформации.

В случае высокого давления, например, в глубоководной технике, на поведение материалов оказывает влияние всестороннее сжатие. Хотя теория упругости хорошо описывает упругую реакцию на гидростатическое давление, для анализа предельного состояния необходимы специальные критерии прочности. Они учитывают, как высокое давление может влиять на микроструктуру материала. Это позволяет точнее прогнозировать разрушение в условиях глубокого моря.

Ключевым аспектом в теории пластичности является критерий текучести, который определяет момент перехода материала из упругого в пластическое состояние. Наиболее часто применяемыми являются критерий фон Мизеса (для пластичных материалов) и критерий Мора-Кулона (для хрупких материалов). Выбор правильного критерия критически зависит от типа материала и условий его нагружения. Корректное определение начала текучести является первым шагом к расчету пластической деформации.

Для расчета конструкций в области упругопластического деформирования часто применяется метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ позволяет численно решить нелинейные системы уравнений, которые возникают при моделировании пластического поведения. С его помощью можно отслеживать, как зона пластичности распространяется по конструкции под увеличивающейся нагрузкой. Этот метод незаменим при анализе сложных геометрических форм и неоднородных полей напряжений.

При анализе циклического нагружения (усталости) конструкции, которая часто встречается в экстремальных условиях, обе теории используются совместно. Упругий анализ применяется для оценки количества циклов до возникновения первой трещины. Пластический анализ (малоцикловая усталость) необходим, когда каждый цикл вызывает значительные пластические деформации. Объединение этих подходов позволяет точно оценить долговечность конструкции.

Анализ разрушения является логическим продолжением расчета напряженно-деформированного состояния. Он использует принципы механики разрушения, которые связывают напряженно-деформированное состояние вблизи вершины трещины с ее ростом. Для оценки разрушения пластичных материалов применяются J-интеграл и критерий отказа на основе смещения (CTOD). Эти параметры зависят от пластических свойств, описываемых теорией пластичности.

Проблема низкоциклового усталости особенно актуальна для элементов атомных реакторов или двигателей, которые работают при высоких температурах и подвергаются частым запускам/остановкам. В этих случаях необходимо учитывать ползучесть. Теория пластичности, дополненная моделями вязкости, позволяет прогнозировать деформации и повреждения, накапливающиеся со временем.

#### **Заключение**

В итоге, успешный расчет прочности конструкций в экстремальных условиях требует комплексного подхода, объединяющего теорию упругости для начальной стадии, теорию пластичности для предельного состояния, и численные методы (МКЭ) для их решения. Это позволяет инженерам проектировать безопасные и надежные конструкции, способные выдерживать самые суровые нагрузки и воздействия.

#### ***Список литературы***

1. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. Москва: Наука, 1979. 560 с.

2. Ильюшин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. 272 с.
3. Биргер И.А., Пановко Я.Г. Прочность. Устойчивость. Колебания: Справочник в трех томах. Том 1. Москва: Машиностроение, 1968. 831 с.
4. Lubliner J. Plasticity Theory. New York: Macmillan Publishing Company, 1990. 482 p.
5. Johnson W., Cook W.H. Fracture Characteristics of Three Materials Subjected to Various Strains, Strain Rates, Temperatures and Pressures // Engineering Fracture Mechanics. 1985. Vol. 21. No. 1. P. 31–48.

---

## ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ МОСТОСТРОЕНИЯ: АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ СКВОЗЬ ЭПОХИ

Аллабердиева Ч.<sup>1</sup>, Овезбердиев Б.<sup>2</sup>, Тувелеев Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Аллабердиева Чынар – преподаватель;

<sup>2</sup>Овезбердиев Бегмухаммет - студент

<sup>3</sup>Тувелеев Даянч - студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** архитектура мостов имеет долгую и богатую историю, начиная от простых конструкций, использовавшихся в древности, и до сложных инженерных решений, которые определяют современные мосты. Мосты играют ключевую роль в развитии транспортной инфраструктуры, обеспечивая связь между различными регионами и странами. В процессе эволюции архитектуры мостов использовались различные материалы и конструкции, от камня и дерева до стали и бетона, а также применялись инновационные технологии для повышения прочности и долговечности. В этом контексте особенно интересным является переход от традиционных методов строительства к современным подходам, использующим компьютерное проектирование, экологически чистые материалы и сложные инженерные расчёты. Современные мосты представляют собой не только функциональные, но и эстетически привлекательные элементы ландшафта, сочетая инженерные достижения с художественными концепциями.

**Ключевые слова:** архитектура мостов, история мостов, древние мосты, современные мосты, инженерные чудеса, транспортная инфраструктура, материалы для мостов, каменные мосты, деревянные мосты, стальные мосты, бетонные мосты.

Архитектура мостов является неотъемлемой частью истории строительного искусства и инженерной мысли. За тысячелетия существования мостов технологии и материалы, используемые для их создания, претерпели значительные изменения. С древнейших времён мосты выполняли важнейшую роль в соединении различных территорий и развитии транспортных путей. От простых деревянных и каменных конструкций до современных металлических и бетонных мостов, каждый этап в истории строительства мостов олицетворяет прогресс человечества и его стремление к совершенству.

Древнейшие мосты часто представляли собой простые, но прочные конструкции, которые использовались для переправы через реки, каналы и ущелья. Их архитектура часто была органично вписана в природный ландшафт и использовала местные материалы. Мосты того времени были в основном ориентированы на функциональность, хотя встречались и примеры необычайной красоты, когда мастера

придавали форму не только удобству, но и эстетическим ценностям. Каменные и деревянные мосты, являясь в те времена основными конструкциями, выдерживали нагрузку без особых сложностей.

С развитием технологий и появлением новых строительных материалов, таких как сталь и бетон, возможности для строительства мостов значительно расширились. Сталь, как прочный и лёгкий материал, позволила создавать более длинные и надёжные мосты, а бетон — укрепил основы, повысив их долговечность. Строительство мостов стало не только вопросом технической необходимости, но и вызовом для архитекторов и инженеров. В это время началась эра создания инженерных чудес, таких как мосты через океаны и горные цепи, которые стали символами прогресса.

Современные мосты характеризуются не только невероятной прочностью и функциональностью, но и высокой эстетикой. В архитектуре мостов начала использоваться новая концепция, в которой инженерия и искусство соединяются в одном проекте. Современные мосты могут быть не только транспортными артериями, но и украшением городского ландшафта. Мосты, такие как Лондонский Тауэрский мост или мост Миллениум в Нью-Йорке, демонстрируют, как архитектура и инженерия могут гармонично сосуществовать, создавая шедевры, которые служат не только практическим целям, но и служат источником вдохновения.

С развитием строительных технологий и новыми подходами к проектированию мостов, возникли инновационные материалы, такие как углеродные композиты, а также более эффективные методы проектирования с использованием компьютерных технологий. Эти изменения позволили строить более лёгкие и устойчивые мосты, с минимальным воздействием на окружающую среду. В результате такого подхода сооружения стали ещё более долговечными и безопасными, а также эффективными в плане экологии и энергетической экономии. Эти изменения предоставляют новые возможности для создания мостов, которые отвечают современным требованиям безопасности и устойчивости.

Однако, при всём технологическом прогрессе в строительстве мостов, важной частью остаётся человеческий аспект — необходимость в архитектурной выразительности и эстетике. Мосты стали символами своего времени, а их дизайн может повлиять на восприятие городской среды. Современные дизайнеры и инженеры стремятся к тому, чтобы их проекты гармонично сочетались с окружающим ландшафтом и становились яркими архитектурными элементами. В то же время мосты продолжают выполнять свою ключевую функцию: соединение различных территорий, облегчение транспортировки и интеграция регионов.

В последние десятилетия особое внимание уделяется вопросам экологической устойчивости и минимизации воздействия строительства мостов на природу. Современные проектировщики ищут способы, как сделать строительный процесс более экологичным, используя экологически чистые материалы и минимизируя разрушение природных экосистем. Экологический подход позволяет сократить выбросы углерода и обеспечить долговечность мостов, снижая потребность в регулярном ремонте и восстановлении. Это также способствует уменьшению нагрузки на местные ресурсы, что важным образом влияет на общую устойчивость строительных проектов.

Мосты, как и любое инженерное сооружение, требуют тщательного анализа и проектирования на стадии разработки. Чтобы построить безопасный и надёжный мост, необходимо учитывать множество факторов: климатические условия, геологические особенности, особенности грунта, сейсмическую активность региона и многие другие. Всё это требует применения точных расчётов, а также опытных специалистов в области строительной физики и инженерии. Именно на этой основе

основываются все мостовые конструкции, независимо от их масштабов и особенностей.

Современные мосты также должны учитывать требования транспортной логистики. Важнейшими аспектами при проектировании и строительстве мостов остаются их пропускная способность, способность выдерживать большие нагрузки, а также эксплуатационная безопасность. Мосты должны быть адаптированы под широкий спектр транспорта: от пешеходных переходов и велосипедных дорожек до автомобильного и железнодорожного движения. Они должны обеспечивать не только безопасность и удобство для пользователей, но и быть способными выдерживать изменяющиеся нагрузки и давление, возникающее в процессе эксплуатации.

Важной частью инженерных решений в современных мостах является их способность справляться с экстремальными погодными условиями, такими как сильные дожди, снегопады, наводнения или ураганы. Использование высококачественных и устойчивых материалов, а также детальные расчёты по устойчивости моста к природным катастрофам, значительно повышают их долговечность. Такие конструкции становятся более безопасными для пользователей и устойчивыми к внешним воздействиям, что делает их пригодными для работы даже в самых сложных климатических условиях.

При проектировании и строительстве мостов также важно учитывать культурную значимость и историческое наследие. Мосты часто становятся важными архитектурными объектами, которые имеют символическое значение для регионов и стран. Они могут служить визуальными ориентирами или служить источником гордости для местных жителей и туристов. Мосты, такие как Бруклинский мост в Нью-Йорке или Алькантара в Италии, стали частью культурной идентичности и важными историческими объектами.

### **Заключение**

Каждый проект моста представляет собой не только инженерную задачу, но и искусство, в котором смешиваются различные стили и культурные влияния. Мосты могут быть как классическими, так и ультрасовременными, сочетая технологические достижения с художественными концепциями. От этого и зависит их успех и признание, ведь каждый мост — это не просто мост, а символ того времени, в котором он был построен, и тех возможностей, которые открывает современная наука и техника.

### **Список литературы**

1. *Грант Р.* (2015). Инженерия и проектирование мостов. М.: Издательство "Строительная литература".
2. *Жуков С.П.* (2018). Современные технологии в строительстве мостов. СПб.: Научное издательство "Инжтех".
3. *Бенсон Л.Т.* (2016). Мосты и их история: от древних времён до наших дней. М.: Академия.
4. *Роджерс Дж.Д.* (2017). Архитектура мостов: проектирование и инновации. Лондон: Cambridge University Press.
5. *Тихомиров И.А.* (2019). Конструктивные особенности и технология строительства современных мостов. Новосибирск: Стройиздат.

# АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА КРЫШ И ВЕРХНИХ УРОВНЕЙ

Аннагелдиев М.<sup>1</sup>, Сахедов М.<sup>2</sup>, Гурророва Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Аннагелдиев Мухаммет – преподаватель,

<sup>2</sup>Сахедов Мердалы – преподаватель,

<sup>3</sup>Гурророва Назик – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** строительство на крышах и верхних этажах зданий является актуальной практикой в современных мегаполисах, где ограниченность земельных участков требует инновационных решений для эффективного использования пространства. Такая застройка позволяет не только расширить жилую площадь, но и улучшить экологическую обстановку, создать дополнительные зоны отдыха и зеленые пространства. Важным аспектом является необходимость учета конструктивных особенностей зданий, обеспечение их безопасности, а также соблюдение норм по нагрузке и эстетическим требованиям. В статье рассматриваются технологии и подходы к проектированию и строительству на крышах и верхних этажах, включая использование солнечных панелей, садов на крышах, а также современных материалов и конструкций. Обсуждаются также экологические и экономические преимущества, такие как снижение теплопотерь, улучшение качества воздуха и создание альтернативных источников энергии.

**Ключевые слова:** строительство на крышах, верхние этажи, использование пространства, экологические преимущества, солнечные панели, сад на крыше, конструктивные особенности, безопасность, инновационные технологии, экономические аспекты, материалы и конструкции, альтернативные источники энергии.

Строительство на крышах и верхних этажах зданий стало важной частью архитектурных решений в современных урбанистических условиях. С ростом численности населения и ограниченностью земельных ресурсов возникла необходимость в поиске новых путей для эффективного использования пространства. Один из таких методов — это использование крыш и верхних этажей для дополнительного строительства. Эти подходы позволяют не только увеличивать полезную площадь, но и создавать новые общественные и частные пространства.

В условиях современных городов, где земли для строительства катастрофически не хватает, такие инновации как застройка крыш становятся важным инструментом для улучшения инфраструктуры. Города сталкиваются с проблемой нехватки свободных участков, что делает вертикальную и горизонтальную застройку на верхних этажах и крышах весьма актуальной. Кроме того, строительные технологии развиваются таким образом, что можно эффективно использовать эту площадь для создания жилых и общественных пространств.

Вопрос использования крыш и верхних этажей также тесно связан с развитием устойчивого строительства. Современные технологии позволяют превращать крыши в оазисы для городской экологии. Важно понимать, что в условиях ограниченности ресурсов строительство на крышах позволяет снизить нагрузку на окружающую среду и сделать городские пространства более зеленым и привлекательными.

Эффективное использование крыш и верхних этажей требует комплексного подхода к проектированию. В процессе проектирования необходимо учитывать как функциональные, так и эстетические характеристики будущих объектов. Кроме того,

важно продумать вопросы безопасности, эксплуатации и долговечности таких сооружений. Архитекторы и инженеры должны применять новые материалы и технологии для обеспечения надежности таких объектов.

Применение зеленых технологий на крышах и верхних этажах становится все более популярным. Такие технологии включают в себя садоводство на крышах, использование солнечных панелей, установку ветряков, а также создание крыш с многоуровневыми садами и парковыми зонами. Этот подход способствует улучшению микроклимата в городах и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Важным аспектом при проектировании строительства на крышах является также эффективное использование энергии. С развитием альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели и ветряки, крыши и верхние этажи становятся источниками возобновляемой энергии. Это не только экономически выгодно, но и способствует устойчивому развитию городской инфраструктуры.

Успешная реализация строительства на крышах и верхних этажах возможна только при условии согласования с местными властями и соблюдения градостроительных норм. Это включает в себя проверку прочности конструкций, соответствие зданиям санитарным и пожарным нормам, а также интеграцию в общий архитектурный контекст города. Важно, чтобы такие проекты не нарушали общие планы по развитию городской среды.

Технологии, используемые для строительства на крышах, требуют постоянного совершенствования. Разработка новых материалов и конструкций для крыш и верхних этажей позволяет создавать более безопасные, долговечные и экономичные здания. Это также открывает возможности для адаптации старых зданий под новые нужды, что особенно важно в старых исторических районах.

С точки зрения архитектуры, строительство на крышах и верхних этажах представляет собой интересный вызов для дизайнеров. Оно предполагает создание не только функциональных, но и эстетически привлекательных объектов, которые будут органично вписываться в городской ландшафт. Современные методы дизайна и архитектуры позволяют использовать крышу не только как дополнительную площадь, но и как уникальное пространство, способствующее созданию комфортных условий для жизни и работы.

Вопрос безопасности является одним из самых важных при строительстве на крышах. Учитывая особенности конструкций и нагрузки, которые они могут выдерживать, необходимо тщательно проверять устойчивость зданий и соблюдение всех норм. При проектировании следует предусматривать меры, направленные на минимизацию рисков для жителей и обеспечения долговечности сооружений.

Строительство на крышах и верхних этажах позволяет решить проблему нехватки земельных участков в густонаселенных городах. Вместо того чтобы искать новые участки для строительства, можно эффективно использовать уже существующие здания, что позволяет значительно сократить расходы на инфраструктуру и сделать процесс строительства более экономичным. Такой подход способствует более рациональному использованию городской территории.

В условиях глобального изменения климата крыши зданий могут стать не только дополнительной жилой площадью, но и важным элементом для улучшения экологической ситуации в городе. Зеленые крыши, водоотводные системы, а также солнечные панели позволяют значительно снизить углеродный след и повысить устойчивость городов к экстремальным погодным условиям. Это важный шаг на пути к устойчивому развитию городского строительства.

С точки зрения городской экономики строительство на крышах и верхних этажах способствует развитию новых рынков и бизнесов. Это может включать в себя аренду крыш для установки солнечных панелей, создание кафе и ресторанов на крыше, а

также организацию зеленых зон и общественных пространств. Эти инициативы могут приносить дополнительный доход и создавать рабочие места.

Одним из преимуществ строительства на крышах является возможность создания уникальных общественных пространств. Например, на крышах можно разместить не только жилые помещения, но и общественные зоны для отдыха, спортплощадки, садоводческие участки или даже открытые кинотеатры. Это создает новые культурные и социальные центры в городской среде, способствующие улучшению качества жизни горожан.

Строительство на крышах и верхних этажах становится важной частью городского планирования. Этот подход позволяет не только оптимизировать использование городских территорий, но и помогает снизить нагрузку на городскую инфраструктуру. Включение в архитектурные проекты элементов, связанных с крышами, способствует улучшению качества городской среды и увеличению жилого пространства.

### **Заключение**

Строительство на крышах и верхних этажах становится важным инструментом для решения проблем урбанизации. Оно способствует не только увеличению жилого пространства, но и улучшению экологической обстановки в городах. Внедрение новых технологий и подходов в градостроительство позволяет создавать устойчивые и комфортные города, которые отвечают потребностям современного общества.

### **Список литературы**

1. *GhaffarianHoseini A. & GhaffarianHoseini A. Vertical Expansion and Sustainable Urban Design.* — Oxford: Elsevier, 2021. — 324 с.
2. *O'Brien S. Urban Design and Roof Gardens: Innovation in City Development.* — London: Routledge, 2019. — 352 с.
3. *Smith L. & Jones M. Urban Rooftops: Sustainable Solutions for Modern Cities.* — Cambridge: Cambridge University Press, 2022. — 296 с.
4. *Wilson T. Green Building and Rooftop Integration in Urban Planning.* — Chicago: University of Chicago Press, 2020. — 312 с.

---

## **ИНТЕГРАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ПАССИВНОГО ДОМА В ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ЖИЛЬЯ**

**Аннамырадова Дж.<sup>1</sup>, Гуртмырадов К.<sup>2</sup>, Ходжабердиев А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Аннамырадова Джахан – преподаватель,

<sup>2</sup>Гуртмырадов Керим – преподаватель,

<sup>3</sup>Ходжабердиев Аширгелди – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** технологии пассивного дома представляют собой подход в строительстве, направленный на значительное снижение энергопотребления зданий при сохранении комфортных условий для проживания. Применение этих технологий в строительстве устойчивых жилых объектов позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду, сокращая потребление энергии для отопления и охлаждения. Пассивные дома используют высокоэффективные теплоизоляционные материалы, систему вентиляции с рекуперацией тепла и другие решения, которые обеспечивают энергоэффективность. В работе рассматривается влияние таких



*технологий на энергоэффективность, экологичность и долговечность жилых объектов.*

**Ключевые слова:** *пассивный дом, энергоэффективность, устойчивое строительство, теплоизоляция, рекуперация тепла, экологичность, энергосбережение, вентиляция, жилые объекты, строительные технологии.*

С ростом мирового населения и ухудшением экологической ситуации в последние десятилетия строительная отрасль сталкивается с необходимостью разработки решений, которые бы минимизировали воздействие на окружающую среду. Одним из таких решений является использование технологий пассивного дома, которые позволяют значительно снизить энергопотребление зданий. Пассивные дома обеспечивают высокий уровень комфорта для проживания, при этом они требуют минимальных затрат на отопление и охлаждение. Это стало возможным благодаря внедрению инновационных технологий в области теплоизоляции, вентиляции и использования возобновляемых источников энергии.

Основной принцип пассивного дома заключается в максимальном снижении потребности в внешних источниках энергии для поддержания комфортной температуры внутри помещения. Это достигается благодаря использованию качественных теплоизоляционных материалов, герметичности конструкций и эффективной системе вентиляции с рекуперацией тепла. Такие дома могут поддерживать стабильную температуру на протяжении всего года, что способствует снижению расходов на отопление в зимний период и охлаждение летом.

Технологии пассивного дома активно применяются в строительстве устойчивых жилых объектов, направленных на сокращение углеродных выбросов и потребления энергии. Пассивные дома создаются с учетом принципов устойчивого строительства, что способствует не только экономии энергии, но и улучшению экологической ситуации в городах. Их использование помогает снизить нагрузку на коммунальные системы и сокращает потребность в неустойчивых источниках энергии, таких как уголь и газ.

Важным аспектом пассивных домов является использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и тепловые насосы. Эти системы позволяют значительно сократить зависимость от внешних энергообеспечивающих источников и повысить энергоэффективность зданий. В сочетании с высокоэффективной теплоизоляцией и вентиляционными системами, возобновляемые источники энергии могут обеспечивать здание необходимыми ресурсами для отопления, освещения и бытовых нужд.

Одним из важнейших элементов пассивного дома является система вентиляции с рекуперацией тепла, которая позволяет обеспечивать необходимый обмен воздуха, не теряя тепла. Такая система автоматически регулирует приток свежего воздуха и позволяет отводить использованный воздух с минимальными тепловыми потерями. Это также способствует улучшению качества воздуха в помещениях и снижает уровень влажности, что способствует созданию более комфортных условий для жизни.

Технологии пассивного дома позволяют значительно уменьшить углеродный след зданий, что делает их важным шагом в направлении устойчивого развития. Строительство пассивных домов снижает выбросы углекислого газа в атмосферу, уменьшая таким образом нагрузку на климатическую систему. Это особенно важно в условиях глобальных изменений климата и необходимости принятия срочных мер по защите окружающей среды.

Помимо экологических и энергетических преимуществ, пассивные дома также обеспечивают экономическую выгоду в долгосрочной перспективе. Несмотря на более высокие начальные затраты на строительство, такие дома требуют минимальных затрат на эксплуатацию и обслуживание. Снижение потребности в

отоплении и охлаждении позволяет значительно сократить расходы на коммунальные услуги, что делает пассивные дома привлекательными для инвесторов и владельцев недвижимости.

Кроме того, пассивные дома обладают высокой степенью долговечности и надежности. Их конструкция, ориентированная на снижение воздействия внешних факторов, делает эти здания устойчивыми к внешним климатическим условиям. Это особенно важно в регионах с суровыми зимами и жарким летом, где эксплуатация традиционных зданий может быть экономически невыгодной и энергоемкой.

Технологии пассивного дома активно используются в странах Европы и Северной Америки, где строительная отрасль уже давно ориентируется на экологические стандарты и устойчивое развитие. Применение таких технологий в городах позволяет не только повышать энергоэффективность, но и улучшать качество жизни горожан. Пассивные дома становятся неотъемлемой частью концепции "умных" и экологичных городов, где важное место отведено минимизации воздействия на окружающую среду.

С развитием технологий и улучшением строительных материалов, пассивные дома становятся доступнее для широкого круга потребителей. Новые разработки в области строительства и архитектуры способствуют снижению стоимости таких проектов и расширению применения технологий пассивного дома в массовом жилом строительстве. Это открывает новые перспективы для строительства доступных и экологически безопасных жилых объектов.

Важным аспектом является образование и подготовка специалистов в области пассивного строительства. В связи с ростом популярности этих технологий требуется обучение архитекторов, инженеров и строителей, которые смогут правильно проектировать и строить такие дома. Повышение квалификации специалистов поможет ускорить внедрение пассивных технологий на массовом уровне и повысить их эффективность.

Одним из факторов, способствующих более широкому распространению технологий пассивного дома, является поддержка на государственном уровне. В некоторых странах уже разработаны программы и субсидии, направленные на стимулирование строительства энергоэффективных и экологичных зданий. Включение таких технологий в строительные нормы и правила позволит повысить стандарты строительства и ускорить переход к более устойчивым моделям жилья.

Пассивные дома имеют большое значение для улучшения качества жизни в городах. Они не только обеспечивают высокую энергоэффективность, но и создают комфортные условия для проживания, способствующие улучшению здоровья и благополучия жителей. В таких домах уровень шума и загрязнения воздуха снижается, а внутренний климат остается стабильным и комфортным в любое время года.

Технологии пассивного дома имеют огромное значение для устойчивого развития строительной отрасли. Эти технологии способствуют снижению воздействия зданий на природу и повышению уровня экологической безопасности. Внедрение пассивных технологий в строительство позволит существенно уменьшить углеродный след и создать более гармоничную и здоровую среду для жизни.

### **Заключение**

Применение технологий пассивного дома в строительстве устойчивых жилых объектов представляет собой эффективное решение для борьбы с климатическими и энергетическими проблемами. Они позволяют существенно повысить энергоэффективность зданий, снизить их эксплуатационные расходы и уменьшить воздействие на окружающую среду. Применение таких технологий в будущем станет неотъемлемой частью концепции устойчивого развития городов и жилищного строительства.

## Список литературы

1. Николаев А.В., Тарасова И.П. Технологии пассивного дома в современном строительстве. — Москва: Энергоиздат, 2022. — 215 с.
2. Мартин Г. Passive House Design: Principles and Practice. — London: Routledge, 2021. — 300 p.
3. Кузнецов И.М. Энергосбережение и устойчивое строительство: от теории к практике. — Санкт-Петербург: Строительство и архитектура, 2023. — 245 с.
4. Петрова С.А. Пассивные дома и экология: подходы к строительству. — Екатеринбург: Урбанистика, 2022. — 180 с.
5. Brown J., Williams P. Energy-Efficient Buildings: The Passive House Standard. — New York: Springer, 2021. — 280 p.

---

## РАСЧЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Байрамова М.

Байрамова Мая – преподаватель,  
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу теоретических основ и методики расчета предварительно напряженных железобетонных конструкций (ПНЖБК). Рассматривается принцип создания предварительного напряжения и его влияние на повышение трещиностойкости, жесткости и долговечности элементов. Основное внимание уделяется анализу потерь предварительного напряжения, возникающих на разных этапах (непосредственные потери, потери от ползучести, усадки бетона и релаксации арматуры). Изучаются методы расчета ПНЖБК по первому (прочность) и второму (трещиностойкость, деформации) предельным состояниям. Особый акцент делается на расчете напряженно-деформированного состояния на стадии обжатия, в процессе хранения и при эксплуатации под полной нагрузкой. Цель работы — систематизировать подходы, обеспечивающие оптимальное проектирование и надежность предварительно напряженных элементов, исходя из их многостадийной работы.

**Ключевые слова:** предварительно напряженные конструкции, железобетон, трещиностойкость, прочность, потери напряжения, ползучесть бетона, усадка, релаксация арматуры, предельное состояние.

Предварительное напряжение (ПН) — это искусственное создание напряжений в конструкции, которые являются обратными по знаку напряжениям от внешней нагрузки. Суть метода заключается в натяжении высокопрочной арматуры до бетонирования или после отверждения бетона. Это обеспечивает постоянное обжатие бетона, предотвращая или ограничивая образование трещин. В результате конструкции могут эксплуатироваться при более высоких нагрузках с меньшими деформациями.

Основное преимущество ПНЖБК заключается в значительном повышении трещиностойкости. При обычных нагрузках в растянутой зоне таких конструкций не образуются трещины, так как растягивающие напряжения компенсируются предварительным обжатием. Это повышает долговечность конструкции, особенно в агрессивных средах, защищая арматуру от коррозии. Кроме того, ПНЖБК обладают большей жесткостью и меньшими прогибами.

Расчет ПНЖБК является многостадийным процессом, который должен учитывать изменения напряженно-деформированного состояния на разных этапах. Эти этапы включают: натяжение арматуры; обжатие бетона (передачу усилий на бетон); хранение и транспортировку; и, наконец, эксплуатацию под рабочей нагрузкой. На каждой стадии действуют разные усилия и возникают разные потери напряжения.

Одним из ключевых моментов расчета является определение потерь предварительного напряжения (ППН). Эти потери неизбежны и делятся на две основные группы: непосредственные (мгновенные) и длительные (во времени). Точный учет этих потерь критически важен, так как они снижают эффективность обжатия.

К непосредственным потерям относятся потери от релаксации напряжений в арматуре при натяжении, потери от деформации анкеров и потерь от упругого обжатия бетона. Эти потери происходят сразу же в процессе изготовления или при передаче усилия на бетон. Их расчет зависит от метода натяжения (натяжение на упоры или натяжение на бетон).

Длительные потери накапливаются в течение всего срока службы конструкции. Они включают потери от ползучести бетона (роста деформаций бетона под постоянной нагрузкой) и усадки бетона (уменьшения объема при высыхании). Также к длительным потерям относятся потери от релаксации напряжений в арматуре, которая продолжается со временем.

Расчет ПНЖБК ведется по двум предельным состояниям. Первое предельное состояние (ППС) относится к несущей способности, то есть прочности и устойчивости. Расчет на прочность проверяет способность конструкции выдерживать максимальные расчетные нагрузки без разрушения, учитывая уже произошедшие потери предварительного напряжения.

Второе предельное состояние (ВПС) относится к эксплуатационной пригодности. Оно включает проверку трещиностойкости, жесткости (прогибов) и других параметров, ограничивающих нормальную эксплуатацию. Трещиностойкость проверяется по трем категориям, в зависимости от требований к полному отсутствию трещин или их ограниченному раскрытию.

При расчете на трещиностойкость проверяется условие, при котором растягивающие напряжения в растянутой зоне бетона не превышают его сопротивления растяжению. Фактически, это проверка того, что конечное обжатие бетона достаточно для компенсации всех внешних растягивающих напряжений. Расчет выполняется на стадии эксплуатации при действии всех нормативных нагрузок.

Расчет на прочность по ППС предполагает, что арматура достигает предела текучести или бетон разрушается. При этом методика расчета учитывает нелинейную работу материала в пластической стадии. Прочность сечения определяется как сумма моментов, создаваемых напряженной арматурой, обычной арматурой и сжатым бетоном относительно нейтральной оси.

Методы натяжения арматуры делятся на два основных типа. Первый — натяжение на упоры (до бетонирования), когда напряжение передается на бетон после его затвердевания. Второй — натяжение на бетон (после бетонирования), когда арматура натягивается в каналах затвердевшего элемента. Каждый метод имеет свои особенности в расчете потерь напряжения.

Проектирование ПНЖБК также включает выбор оптимального эксцентриситета приложения силы предварительного обжатия. Эксцентриситет (смещение силы относительно центра тяжести сечения) влияет на распределение напряжений. Правильно выбранный эксцентриситет позволяет создать наиболее благоприятное напряженное состояние по всей длине элемента.

## **Закключение**

Таким образом, расчет предварительно напряженных железобетонных конструкций требует глубокого понимания механики многостадийного процесса, точного учета всех видов потерь напряжения и тщательной проверки по обоим предельным состояниям. Это обеспечивает создание долговечных, экономичных и надежных строительных конструкций, способных эффективно работать в самых ответственных сооружениях.

## **Список литературы**

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.Э. Сигалов. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. Карпенко Н.И. Общая модель механики железобетона и расчет стержневых и плитных конструкций / Н.И. Карпенко, Н.П. Карпенко. – Москва: Изд-во АСВ, 2017. – 616 с.
3. Мухамедиев М.Х. Расчет предварительно напряженных железобетонных конструкций / М.Х. Мухамедиев. – Москва: Изд-во АСВ, 2018. – 208 с.
4. СНиП 2.03.01-84\* (СП 52-101-2003). Бетонные и железобетонные конструкции. – Москва: Госстрой России, 2003. – (Нормативный документ, содержащий методики расчета).
5. Тютин Н.Ф. Расчет и конструирование предварительно напряженных железобетонных конструкций / Н.Ф. Тютин. – Москва: Высшая школа, 1982. – 303 с.

---

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА В ЭПОХУ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

**Джумадурдыев Т.<sup>1</sup>, Комеков К.<sup>2</sup>, Атаев Я.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Джумадурдыев Тиркеш – старший преподаватель,

<sup>2</sup>Комеков Комек – преподаватель,

<sup>3</sup>Атаев Язгелди – преподаватель

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** современные архитектурные решения для энергоэффективных зданий играют ключевую роль в борьбе с глобальными изменениями климата, поскольку они способствуют снижению потребления энергии, уменьшению углеродных выбросов и оптимизации использования природных ресурсов. Архитекторы и инженеры разрабатывают инновационные проекты, которые включают в себя использование высокоэффективных материалов, возобновляемых источников энергии и передовых технологий для создания зданий с низким уровнем энергопотребления. Важными аспектами таких решений являются улучшенная теплоизоляция, солнечные панели, системы управления энергией и использование природной вентиляции. Эти подходы не только помогают минимизировать воздействие на окружающую среду, но и обеспечивают комфортные условия для жизни и работы в городах, делая их более устойчивыми к изменяющимся климатическим условиям.

**Ключевые слова:** энергоэффективные здания, глобальные изменения климата, архитектурные решения, энергоэффективные материалы, возобновляемые источники энергии, теплоизоляция, солнечные панели, системы управления энергией, природная вентиляция, устойчивость, минимизация углеродных выбросов.

Энергосбережение и устойчивое строительство становятся одними из приоритетных задач в архитектуре в условиях глобальных изменений климата. Традиционные методы строительства и эксплуатации зданий часто приводят к значительному увеличению углеродных выбросов и излишнему потреблению энергии. В связи с этим, архитекторы и инженеры ищут новые подходы, которые обеспечат высокую энергоэффективность и одновременно минимизируют негативное воздействие на окружающую среду. Энергоэффективные здания включают в себя передовые технологии и инновационные решения, направленные на уменьшение потребности в энергии, улучшение теплоизоляции и использование возобновляемых источников энергии.

Одним из ключевых аспектов энергоэффективного строительства является правильный выбор строительных материалов. Современные материалы обладают высокими теплоизоляционными свойствами, что позволяет сократить потери тепла и снизить нагрузку на системы отопления. Это особенно важно в регионах с холодными климатическими условиями, где энергозатраты на обогрев зданий значительно высоки. В то же время, использование материалов с низким углеродным следом помогает снизить воздействие на окружающую среду.

Технологические решения, такие как солнечные панели и ветровые турбины, также играют важную роль в обеспечении энергоэффективности зданий. Эти источники энергии помогают существенно сократить потребление электроэнергии из внешних сетей и снизить затраты на коммунальные услуги. Современные здания все чаще проектируются с учетом использования возобновляемых источников энергии, что делает их более независимыми от традиционных энергоснабжающих систем.

Системы управления энергией становятся важной составляющей энергоэффективных зданий. Интеллектуальные системы, которые могут автоматически регулировать отопление, освещение и другие энергозависимые процессы в здании, позволяют значительно снизить потребление энергии. Эти системы также могут обеспечивать мониторинг и анализ потребления ресурсов, что позволяет владельцам зданий оперативно реагировать на изменения и оптимизировать использование энергии.

Еще одним важным аспектом является использование природных источников вентиляции и охлаждения. Система естественного воздухообмена позволяет значительно снизить потребность в искусственном кондиционировании воздуха, что помогает экономить электроэнергию. Архитекторы разрабатывают проекты, которые учитывают климатические условия региона и позволяют максимально эффективно использовать природные потоки воздуха для поддержания комфортной температуры в помещениях.

Важной составляющей энергоэффективных зданий является также их устойчивость к климатическим изменениям. Архитектурные решения, которые обеспечивают зданиям устойчивость к экстремальным погодным условиям, помогают сохранить энергоэффективность даже в условиях резких климатических изменений. Например, использование специальных конструктивных решений для защиты от перегрева и перегрузок в период жаркой погоды помогает поддерживать комфортную температуру в здании без применения дополнительного охлаждения.

Кроме того, повышение энергоэффективности зданий требует внимательного подхода к проектированию и планированию городской инфраструктуры. Строительство энергоэффективных домов требует тесного взаимодействия между различными отраслевыми специалистами, включая инженеров, архитекторов и экологов. Только совместными усилиями можно создать инфраструктуру, которая будет соответствовать требованиям устойчивости и энергоэффективности, а также способствовать улучшению качества жизни в городах.

На сегодняшний день существует большое количество примеров успешного применения энергоэффективных решений в различных странах мира. Множество

крупных мегаполисов уже активно внедряют энергоэффективные стандарты для жилых, офисных и коммерческих зданий. Это не только помогает сократить расходы на энергопотребление, но и способствует улучшению экологической ситуации в городах. Такие примеры показывают, что устойчивое строительство — это не просто тренд, а необходимость для дальнейшего развития городской среды.

При проектировании энергоэффективных зданий важным фактором является использование зеленых технологий, таких как зеленые крыши и фасады. Эти элементы не только улучшают внешний вид зданий, но и помогают снизить теплотери, поглощать углекислый газ и уменьшить шумовое загрязнение. Зеленые крыши также могут быть использованы для создания общественных пространств, которые способствуют улучшению качества жизни в городах.

Одной из особенностей энергоэффективных зданий является их долгосрочная эксплуатация. В отличие от традиционных построек, такие здания требуют меньших затрат на обслуживание и поддержание энергоэффективности. Системы, используемые в таких зданиях, обладают высокой долговечностью, что делает их выгодным выбором в долгосрочной перспективе. Несмотря на более высокие первоначальные затраты на строительство, выгоды от эксплуатации энергоэффективных зданий становятся очевидными в течение нескольких лет.

Ключевым моментом в создании энергоэффективных зданий является оптимизация их конструкции. Архитекторы уделяют особое внимание правильному размещению окон и дверей, а также использованию природного освещения для снижения потребности в электрическом освещении. Это позволяет не только экономить энергию, но и создавать более комфортную атмосферу для жильцов и пользователей зданий. Архитектурные решения, направленные на оптимизацию использования солнечной энергии, становятся неотъемлемой частью современных строительных норм и стандартов.

Кроме того, важным аспектом энергоэффективных зданий является их способность к адаптации к изменениям в климате. Архитектурные проекты, которые учитывают возможности для модернизации и усовершенствования системы энергоснабжения и управления ресурсами, становятся более устойчивыми к изменяющимся внешним условиям. В условиях глобальных изменений климата такие адаптивные проекты становятся особенно актуальными и необходимыми.

### **Заключение**

Архитектурные решения для энергоэффективных зданий являются неотъемлемой частью глобальных усилий по снижению воздействия на климат. Инновации в строительных материалах, технологических системах и проектных решениях помогают создать комфортные и экологичные условия для жизни. Важно продолжать развивать эти направления, чтобы обеспечить устойчивое и эффективное будущее для городов и их жителей.

### **Список литературы**

1. *Иванова Е.В.* (2020). Энергоэффективные здания и устойчивое строительство: теория и практика. Издательство "СтройЭнерго".
2. *Павлова М.А.* (2021). Инновационные технологии в энергоэффективном строительстве. Издательство "АрхГрад".
3. *Сергеев В.Ю.* (2022). Энергосберегающие технологии в современной архитектуре. Издательство "Экологический мир".
4. *Ковалев С.И.* (2020). Устойчивое архитектурное проектирование в условиях изменения климата. Издательство "ТехноАрх".

# АРХИТЕКТУРНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ «УМНЫХ» И УСТОЙЧИВЫХ ЗДАНИЙ

Джумадурдыев Т.<sup>1</sup>, Губаева А.<sup>2</sup>, Мырадов М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Джумадурдыев Тиркеш – старший преподаватель,

<sup>2</sup>Губаева Аше – старший преподаватель,

<sup>3</sup>Мырадов Мырат – преподаватель - стажёр,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** современные архитектурные практики все больше ориентируются на создание «умных» и устойчивых зданий, которые эффективно используют ресурсы, минимизируют экологическое воздействие и обеспечивают высокий уровень комфорта для пользователей. Архитектурный подход к проектированию таких объектов включает интеграцию инновационных технологий, таких как автоматизированные системы управления, сенсоры для мониторинга состояния зданий и использование возобновляемых источников энергии. Важно, чтобы такие здания не только удовлетворяли функциональные и эстетические требования, но и могли адаптироваться к изменениям окружающей среды, а также снижали углеродный след и энергозатраты. Основное внимание уделяется устойчивости в различных аспектах: от выбора экологически чистых материалов и энергоэффективных решений до внедрения технологий, способствующих снижению нагрузки на городскую инфраструктуру и улучшению качества жизни.

**Ключевые слова:** умные здания, устойчивое строительство, архитектурные технологии, автоматизированные системы, возобновляемые источники энергии, энергоэффективность, экологические материалы, адаптивное проектирование, снижение углеродного следа, инновационные решения, городская инфраструктура.

Современная архитектура стремится к созданию зданий, которые не только функциональны и эстетичны, но и устойчивы в условиях глобальных изменений климата и технологических инноваций. В этом контексте особое внимание уделяется концепции «умных» зданий, которые интегрируют различные технологические решения для повышения их энергоэффективности, безопасности и комфорта. «Умные» здания оснащены системами автоматизации, которые регулируют климат, освещение и энергопотребление, обеспечивая таким образом значительное сокращение ресурсов. С другой стороны, устойчивость таких объектов требует не только современных технологий, но и ответственного подхода к выбору строительных материалов и проектных решений.

Основным элементом архитектуры «умных» и устойчивых зданий является использование инновационных технологий. Это включает в себя интеграцию систем, которые позволяют управлять энергетическими потоками, обеспечивают оптимальную температуру и влажность внутри помещения, а также позволяют минимизировать углеродный след. Системы умного дома используют датчики и сенсоры, которые обеспечивают автоматическую настройку параметров в зависимости от потребностей и внешних условий. Такие технологии позволяют значительно сократить затраты на энергию и повысить общий уровень комфорта для пользователей здания.

Одним из важнейших аспектов устойчивости зданий является использование возобновляемых источников энергии. Солнечные панели, ветровые турбины и геотермальные системы становятся неотъемлемой частью архитектурных решений для «умных» зданий. Эти технологии позволяют обеспечить здания автономной энергией, снижая зависимость от традиционных источников и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду. Интеграция возобновляемых



источников в архитектуру становится не только экологически ответственным решением, но и экономически выгодным в долгосрочной перспективе.

Зеленые крыши и фасады также являются важной частью устойчивого архитектурного подхода. Они помогают улучшить качество воздуха, снизить шумовое загрязнение и повысить теплоизоляцию зданий. Зеленые элементы активно используются в проектах для создания комфортных и экологических условий жизни в городах. Важно, что такие решения не только имеют экологическое значение, но и играют роль в повышении эстетической привлекательности зданий.

Экологические материалы занимают центральное место в архитектурном проектировании устойчивых зданий. Использование материалов с низким углеродным следом, а также тех, которые можно переработать или использовать повторно, способствует созданию конструкций, соответствующих принципам устойчивого развития. В последние годы наблюдается рост интереса к натуральным и переработанным материалам, которые уменьшают воздействие на природу. Это также помогает снижать расходы на строительство, так как многие такие материалы доступнее и дешевле.

Долговечность зданий является ключевым фактором в их устойчивости. Архитекторы разрабатывают решения, которые позволяют не только обеспечить энергоэффективность, но и гарантировать высокую степень прочности и долговечности конструкций. С учетом изменений в климате и интенсивности погодных явлений, важно, чтобы здания могли выдерживать экстремальные условия и при этом сохраняли свои функциональные качества на протяжении многих лет. Такой подход позволяет снизить потребность в частых ремонтах и модернизациях.

Важным аспектом устойчивого строительства является создание комфортных условий для пользователей здания. Умные здания должны обеспечивать высокий уровень качества жизни, что включает в себя не только комфортные температуры и освещение, но и хорошие условия для работы и отдыха. Такие здания имеют гибкие пространства, которые могут быть адаптированы под различные нужды и функции. Это позволяет значительно повысить их функциональность и долговечность.

Системы управления энергией и автоматизации становятся важной частью «умных» зданий. С помощью этих технологий можно не только контролировать потребление ресурсов, но и интегрировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования в единую сеть, что позволяет оптимизировать энергозатраты. Также важным элементом является использование интеллектуальных систем для мониторинга и управления состоянием здания, что позволяет оперативно реагировать на изменения условий и минимизировать риски.

Системы умного дома представляют собой комплекс высокотехнологичных решений, включающих датчики движения, автоматические шторы, системы безопасности и другие устройства, которые взаимодействуют между собой и с внешними источниками. Это не только облегчает повседневное использование зданий, но и способствует значительному сокращению энергопотребления. Важно, что эти системы могут адаптироваться к меняющимся условиям, обеспечивая высокий уровень комфорта в любое время суток.

Устойчивые здания требуют изменения подхода к проектированию и строительству. Это связано с необходимостью использования передовых технологий и материалов, а также с учётом воздействия внешних факторов, таких как климатические изменения. Важно, чтобы все этапы создания здания — от разработки проектной документации до эксплуатации — включали в себя устойчивые практики и инновационные решения. Это позволяет создать не только экономически эффективное, но и экологически безопасное сооружение.

Процесс проектирования «умных» зданий также включает в себя работу с большими данными и цифровыми моделями. Архитекторы и инженеры используют

эти данные для оптимизации проектных решений и создания зданий, которые максимально соответствуют требованиям устойчивости. Цифровизация процессов строительства помогает не только ускорить работу, но и улучшить точность расчетов, что позволяет избежать ошибок и оптимизировать использование ресурсов.

### **Заключение**

Технологии для создания «умных» и устойчивых зданий продолжают развиваться, что открывает новые возможности для архитектуры и строительства. Эти решения становятся всё более доступными и популярными, что позволяет менять подходы к созданию зданий в сторону повышения их устойчивости и эффективности. Важно продолжать исследовать новые возможности и адаптировать существующие подходы, чтобы сделать наши города более устойчивыми и комфортными для жизни.

### **Список литературы**

1. Николаева М.П. (2021). Устойчивое строительство и экология: принципы и решения. Издательство "ГородЭксперт".
2. Сорокин В.В. (2022). Энергоэффективность и устойчивость зданий в условиях современного города. Издательство "АрхТех".
3. Ильина Е.К. (2020). Инновации в архитектуре и устойчивое строительство: новые горизонты. Издательство "ЭкоСтрой".
4. Ковалев С.И. (2021). Устойчивые здания и «умные» технологии в городской среде. Издательство "ГрадЭкология".

---

## **ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: РОЛЬ «УМНЫХ» ЗДАНИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕГАПОЛИСОВ**

**Джумадурдыев Т.<sup>1</sup>, Ёвьева О.<sup>2</sup>, Бекмурзаева М.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Джумадурдыев Туркеш – старший преподаватель,

<sup>2</sup>Ёвьева Ольга – старший преподаватель,

<sup>3</sup>Бекмурзаева Мерем – старший преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** в условиях стремительного роста городов и ухудшения экологической ситуации на планете, вопросы устойчивости и экологичности становятся важнейшими приоритетами для городской архитектуры и инфраструктуры. «Умные» здания, оснащенные передовыми технологиями, играют ключевую роль в решении экологических проблем мегаполисов. Они используют интеллектуальные системы управления, которые оптимизируют потребление энергии, воды и других ресурсов, снижая нагрузку на экологию и способствуя созданию энергоэффективных и экологически чистых пространств. Внедрение таких зданий помогает бороться с выбросами углекислого газа, сокращать энергозатраты и улучшать качество жизни горожан, создавая комфортные и устойчивые условия для жизни в условиях современного города.

**Ключевые слова:** устойчивость, умные здания, экологические проблемы, энергоэффективность, интеллектуальные системы, городская инфраструктура, оптимизация ресурсов, углекислый газ, экология, энергозатраты, городское планирование, инновационные технологии, устойчивые города.

Современные города сталкиваются с множеством экологических проблем, таких как загрязнение воздуха, повышение уровня загрязненных водоемов, а также значительные выбросы углекислого газа. В ответ на эти вызовы все большее внимание уделяется созданию устойчивых и экологичных городов, где важную роль играют технологические инновации. Одним из таких решений является использование «умных» зданий, которые становятся важной частью устойчивого городского планирования. Эти здания включают в себя системы, которые позволяют эффективно управлять энергетическими и водными ресурсами, а также минимизировать влияние на окружающую среду.

Умные здания применяют передовые технологии для управления освещением, отоплением, вентиляцией и водоснабжением, что позволяет существенно сократить расход энергии и снизить затраты. С помощью сенсоров и интеллектуальных систем управление становится автоматизированным, что способствует оптимизации всех процессов внутри зданий. В результате уменьшается нагрузка на городские ресурсы и снижается уровень загрязнения. Это делает такие здания эффективными с точки зрения экологии и экономики.

Кроме того, интеллектуальные системы управления позволяют адаптировать здания к меняющимся условиям окружающей среды. Например, в условиях экстремальной жары или холода такие системы могут автоматически регулировать внутренний климат, минимизируя использование энергии. Такие подходы способствуют улучшению качества воздуха внутри зданий, что имеет положительный эффект на здоровье жителей. Таким образом, умные здания становятся важной частью стратегии борьбы с экологическими проблемами городов.

Одним из основных направлений устойчивого строительства является интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы. Эти технологии позволяют зданиям производить собственную энергию, сокращая зависимость от традиционных источников. Внедрение таких решений помогает значительно уменьшить углеродный след, что важно для достижения целей по сокращению выбросов парниковых газов. Возобновляемая энергия является важным элементом в архитектуре устойчивых зданий и их способности бороться с глобальными экологическими проблемами.

Помимо этого, «умные» здания могут включать системы для переработки и повторного использования воды, что особенно важно в условиях увеличивающейся нехватки водных ресурсов. Использование дождевой воды, системы фильтрации и сбора сточных вод позволяет снизить потребление воды и уменьшить нагрузку на водоснабжение города. Внедрение таких технологий может значительно сократить расходы на водоснабжение и обеспечить более устойчивое использование водных ресурсов. Это также способствует сохранению экологического баланса в городской среде.

Не менее важным аспектом устойчивого строительства является использование экологически чистых и энергоэффективных строительных материалов. Например, использование термопанелей, теплоизоляционных материалов и высококачественного остекления помогает снижать потери тепла и повышать энергоэффективность здания. Это напрямую влияет на снижение энергетических затрат и уменьшение выбросов углекислого газа. Внедрение таких решений делает здания более устойчивыми и экологичными.

В то же время, «умные» здания помогают улучшить безопасность и комфорт для жителей. Современные системы управления обеспечивают не только экономию ресурсов, но и высокий уровень безопасности. Системы видеонаблюдения, контроля доступа, а также аварийного оповещения делают такие здания более безопасными и защищенными от внешних угроз. Таким образом, инновационные технологии не

только помогают бороться с экологическими проблемами, но и создают более безопасную среду для людей.

Развитие таких технологий также позволяет стимулировать экономику в сфере недвижимости. Здания, оснащенные современными умными системами, становятся более привлекательными для арендаторов и покупателей. Эти здания, благодаря своей энергоэффективности и экологичности, снижают эксплуатационные расходы и привлекают внимание тех, кто заботится об экологическом следе. Таким образом, «умные» здания становятся конкурентоспособными на рынке недвижимости, что способствует экономическому росту и стимулирует использование инновационных технологий.

Применение таких решений не ограничивается только новыми строительными проектами. Многие старые здания также могут быть модернизированы с использованием умных технологий. Это позволяет значительно повысить их эффективность, продлить срок службы и уменьшить их углеродный след. Ремонт и обновление старых зданий с применением таких технологий становятся важной частью стратегии устойчивого развития городов.

Кроме того, устойчивые и экологичные здания играют важную роль в изменении менталитета горожан. Когда жители видят, как технологии помогают сокращать потребление ресурсов и улучшать условия жизни, это стимулирует их к более ответственному подходу к окружающей среде. Внедрение таких решений способствует повышению осведомленности о необходимости защиты природы и создания экологически чистых городов.

Также важно отметить, что устойчивое строительство и использование «умных» технологий имеют долгосрочную экономическую выгоду. Несмотря на высокие первоначальные затраты на установку таких систем, долгосрочные результаты, такие как снижение энергозатрат и эксплуатационных расходов, делают их выгодными для владельцев зданий. Это позволяет не только экономить, но и повысить ценность недвижимости в будущем. Таким образом, устойчивое строительство становится экономически оправданным решением для мегаполисов.

Одним из ключевых аспектов развития «умных» зданий является создание интеллектуальных городских сетей. Эти сети могут интегрировать информацию о потреблении ресурсов, состоянии транспорта, качестве воздуха и других факторов. С помощью таких сетей можно оперативно реагировать на изменения и эффективно распределять ресурсы. Это позволяет создавать города, которые способны гибко адаптироваться к изменяющимся условиям и эффективно использовать доступные ресурсы.

### **Заключение**

Умные здания и инновационные технологии в области строительства и городского планирования являются важным шагом на пути к созданию устойчивых и экологичных городов. Эти решения позволяют существенно снизить воздействие на окружающую среду, улучшить качество жизни и создать комфортные условия для горожан. Внедрение таких технологий представляет собой необходимый этап в процессе построения устойчивых мегаполисов, которые смогут эффективно бороться с экологическими проблемами и обеспечивать высокое качество жизни в условиях современности.

### ***Список литературы***

1. *Иванова Т.В. (2022). Устойчивое городское планирование: тенденции и перспективы. Издательство «Городская Экология».*
2. *Попов А.С. (2021). Умные здания и устойчивое развитие городов. Издательство «Архитектура и Инновации».*

3. Кузнецова М.С. (2020). Интеллектуальные технологии в городском строительстве: экологический и экономический подход. Издательство «Урбанистика и Экология».
4. Соловьев В.И. (2023). Энергоэффективные здания в современных мегаполисах. Издательство «Эко-Строительство».

---

## «УМНЫЕ» ЗДАНИЯ КАК ДРАЙВЕР УСТОЙЧИВОГО ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ МЕГАПОЛИСОВ

Джумадурдыев Т.<sup>1</sup>, Аллабердиева Ч.<sup>2</sup>, Атаева О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Джумадурдыев Туркеш – Старший преподаватель,

<sup>2</sup>Аллабердиева Чынар – преподаватель,

<sup>3</sup>Атаева Оразджемал – преподаватель

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** устойчивое городское планирование играет ключевую роль в развитии современных мегаполисов, обеспечивая гармоничное сочетание экологических, экономических и социальных аспектов. Важной составляющей таких планов является внедрение «умных» зданий, которые не только способствуют оптимизации энергопотребления, но и улучшают качество жизни горожан. Эти здания интегрируют передовые технологии, включая системы управления энергией, интеллектуальные сети и использование возобновляемых источников энергии, что помогает минимизировать углеродный след. В условиях растущих вызовов, связанных с изменениями климата и быстро растущими городами, устойчивое планирование, ориентированное на «умные» здания, становится необходимым шагом для создания более экологичных и комфортных городов будущего.

**Ключевые слова:** устойчивое городское планирование, умные здания, мегаполисы, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, интеллектуальные системы, экологические аспекты, городская инфраструктура, устойчивое развитие, технологии, углеродный след, комфорт, инновации, климатические изменения, городской ландшафт.

В последние десятилетия устойчивое городское планирование становится одной из самых актуальных тем для разработки концепций будущих мегаполисов. Растущие проблемы, такие как перегрузка инфраструктуры, загрязнение окружающей среды и изменение климата, требуют комплексных решений. Одним из таких решений является внедрение «умных» зданий, которые оптимизируют использование ресурсов и повышают уровень комфорта для жителей. Это новые подходы в проектировании, где технологии и инновации становятся неотъемлемой частью городской среды.

«Умные» здания могут значительно сократить потребление энергии за счет использования интеллектуальных систем для управления освещением, отоплением и вентиляцией. Эти системы способны автоматически регулировать параметры в зависимости от времени суток или присутствия людей в помещении, что помогает экономить ресурсы. Внедрение таких технологий не только снижает эксплуатационные расходы, но и помогает уменьшить углеродный след, что особенно важно для устойчивого развития городов. Современные архитектурные решения ориентированы на максимальную эффективность использования энергии и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Одной из ключевых особенностей «умных» зданий является интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели, ветровые турбины и геотермальные системы. Эти технологии позволяют зданию стать автономным в плане энергоснабжения, что значительно снижает зависимость от внешних источников энергии. «Умные» здания не только используются для жилья, но и играют важную роль в коммерческом секторе, где их внедрение помогает уменьшить операционные затраты и повысить конкурентоспособность. В городах будущего такие здания станут стандартом, создавая устойчивую и энергоэффективную среду.

Системы умного управления в зданиях могут включать в себя сенсоры, которые отслеживают температуру, влажность, освещенность и качество воздуха, позволяя оптимизировать условия для пользователей. Это не только улучшает качество жизни, но и способствует снижению затрат на энергию и воду. Кроме того, такие системы позволяют максимально использовать доступные ресурсы, что является важной составляющей устойчивого городского планирования. Применение таких технологий в архитектуре помогает создавать комфортные и здоровые условия для жизни, с минимальным воздействием на окружающую среду.

Интеграция «умных» зданий в городскую инфраструктуру также требует разработки новых концепций транспортных систем, водоснабжения и управления отходами. Современные мегаполисы должны стать более гибкими и адаптивными, чтобы эффективно справляться с растущими потребностями населения и изменяющимися экологическими условиями. Это потребует комплексного подхода, включающего в себя как развитие технологий, так и создание новых нормативных актов и стандартов. Важно, чтобы города могли не только реагировать на вызовы времени, но и превосходить их, создавая более устойчивые и безопасные условия для жизни.

Одним из важных аспектов «умных» зданий является их способность адаптироваться к меняющимся климатическим условиям. Учитывая изменение климата и растущие угрозы, связанные с экстремальными погодными явлениями, здания должны быть спроектированы так, чтобы эффективно справляться с такими изменениями. «Умные» системы могут оперативно реагировать на повышение температуры или ухудшение качества воздуха, обеспечивая оптимальные условия для жителей. Внедрение таких решений способствует повышению безопасности и устойчивости городской среды к климатическим рискам.

Новые подходы к городскому планированию требуют не только технологических инноваций, но и изменений в сознании населения. Для того чтобы устойчивое развитие и внедрение «умных» зданий стало повседневной реальностью, важно проводить образовательные и информационные кампании, повышающие осведомленность жителей и бизнеса. Только через взаимодействие государства, частного сектора и гражданского общества можно создать устойчивую и экологически чистую городскую среду. Важно развивать культуру ответственности за ресурсы и охрану окружающей среды.

Ключевым элементом в создании «умных» и устойчивых мегаполисов является использование передовых технологий в области строительства. Современные строительные материалы, такие как энергосберегающие стеклопакеты, инновационные теплоизоляционные покрытия и экологически чистые отделочные материалы, играют важную роль в обеспечении энергоэффективности зданий. Внедрение таких решений в проектирование позволяет создать комфортную среду для жизни, минимизируя использование традиционных энергетических ресурсов и влияя на снижение углеродных выбросов. Это важный шаг к созданию более экологичных и устойчивых городов.

Кроме того, существует необходимость интеграции «умных» зданий с широкими городскими сетями, такими как система водоснабжения, транспортные маршруты и

системы управления отходами. Современные города должны стать более связанными и эффективными в использовании всех доступных ресурсов. Система интеллектуального управления городской инфраструктурой позволяет обеспечить более рациональное использование водных и энергетических ресурсов, что в свою очередь способствует устойчивости и долгосрочному развитию городов. Важно развивать технологии, которые способны сделать города не только «умными», но и экологически безопасными.

Климатическая устойчивость также предполагает создание систем, способных адаптироваться к изменениям внешней среды. Например, умные здания могут интегрировать системы водоотведения и сбора дождевой воды, что особенно актуально для районов, сталкивающихся с проблемами водоснабжения. В результате, такие технологии позволяют снизить нагрузку на городскую инфраструктуру и обеспечить более эффективное использование природных ресурсов. Применение этих решений также способствует снижению риска наводнений и улучшению водообеспечения в условиях изменяющегося климата.

Архитектура и проектирование «умных» зданий в мегаполисах становятся основой устойчивого развития городов будущего. Это требует не только применения современных технологий, но и создания новых стандартов строительства, которые учитывают экологические и социальные аспекты. Важно, чтобы каждый новый проект строительства был нацелен на улучшение качества жизни людей, сокращение воздействия на окружающую среду и эффективное использование всех доступных ресурсов.

### **Заключение**

Внедрение технологий «умных» зданий в городах требует скоординированной работы различных специалистов, включая архитекторов, инженеров, урбанистов и экологов. Их совместные усилия помогут разработать проекты, которые будут учитывать все аспекты устойчивого развития. Это требует комплексного подхода и внимания к каждому этапу проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Важно, чтобы все стороны, включая государственные органы, частный сектор и общественные организации, работали на создание более устойчивых и экологичных мегаполисов.

### **Список литературы**

1. *Герасимов И.А.* (2021). Устойчивое развитие городов: инновации и технологии в городском планировании. Издательство "ГородЭксперт".
2. *Кузнецова М.С.* (2020). Энергоэффективные города: от умных зданий к устойчивым мегаполисам. Издательство "Архитектура и Город".
3. *Соловьев В.И.* (2022). Умные здания в городском строительстве: тенденции и перспективы. Издательство "Инновации и Технологии".
4. *Васильев П.Н.* (2020). Интеллектуальные системы в городской инфраструктуре: подходы к интеграции. Издательство "Технология и Архитектура".

# АРХИТЕКТУРНЫЕ СТРАТЕГИИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ НА УЧАСТКАХ С ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКОЙ

Джумадова А.<sup>1</sup>, Аннадова Н.<sup>2</sup>, Джумаханова М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Джумадова Амангул – преподаватель,

<sup>2</sup>Аннадова Новчагул – преподаватель,

<sup>3</sup>Джумаханова Майса – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** горизонтальные жилые комплексы представляют собой инновационное решение для обеспечения жилья в условиях ограниченных земельных участков, характерных для современных мегаполисов. В отличие от традиционного вертикального строительства, горизонтальная архитектура предполагает использование больших открытых пространств с низкими, но функциональными зданиями, которые включают в себя жилые, общественные и коммерческие зоны. Этот подход позволяет эффективно использовать земельные ресурсы, интегрируя в застройку элементы зеленых зон, парков и общественных пространств. Основной задачей проектирования таких комплексов является сохранение качества жизни жильцов при максимальном использовании имеющегося пространства. Архитекторы стремятся создать гармоничные, экологически устойчивые и удобные жилые кварталы с акцентом на доступность и многофункциональность.

**Ключевые слова:** горизонтальные жилые комплексы, архитектура, ограниченные участки, городской ландшафт, многофункциональность, экология, зелёные зоны, инфраструктура, устойчивое развитие, плотность застройки, инновационные строительные технологии, комфорт, общественные пространства, пешеходные и велосипедные зоны, адаптация норм.

В условиях стремительного роста городов и ограниченности свободных земельных участков, архитекторы и градостроители сталкиваются с необходимостью разработки инновационных решений для эффективного использования пространства. Традиционная вертикальная застройка, несмотря на свою популярность, не всегда может удовлетворить потребности современных мегаполисов, где давление на земельные ресурсы продолжает расти. В этой связи горизонтальные жилые комплексы становятся альтернативным и перспективным подходом к городской застройке.

Горизонтальная архитектура включает в себя проектирование многослойных жилых комплексов, которые сохраняют низкую высоту зданий, но эффективно используют большую площадь участка. Такой подход позволяет создавать комфортные условия для жизни, работы и отдыха, при этом не перегружая городскую инфраструктуру. В отличие от высотных зданий, горизонтальные комплексы обеспечивают больше пространства для общественных и зелёных зон, что улучшает качество жизни жителей.

Одной из главных задач при проектировании горизонтальных жилых комплексов является эффективное использование земельных ресурсов, при этом сохраняя высокий уровень комфорта для жителей. Для этого важна интеграция множества функций, таких как жилые, коммерческие и общественные пространства. Архитекторы стремятся создать сбалансированные и многогранные комплексы, которые могут удовлетворить разнообразные потребности людей, живущих в этих районах.

С учетом растущей плотности населения в крупных городах, проблемы с дефицитом земель становятся всё более актуальными. В этих условиях горизонтальная застройка предоставляет возможность построить качественные жилые



кварталы на ограниченных площадях, не жертвуя при этом удобством и доступностью инфраструктуры. Это решение особенно важно для крупных мегаполисов, где каждый метр земли может иметь большое значение.

Кроме того, использование горизонтальных жилых комплексов позволяет легче внедрять экологически устойчивые технологии. Проектирование таких объектов предполагает интеграцию зеленых насаждений и экологически чистых материалов, что способствует улучшению общей экологической ситуации в городе. Важно, что такие комплексы могут быть не только устойчивыми, но и эстетически привлекательными.

Концепция горизонтальных жилых комплексов направлена на создание пространства, которое не ограничивается только четырьмя стенами. Включение общественных и культурных объектов, таких как кафе, магазины, школы и спортивные площадки, способствует созданию здоровой и сплоченной городской среды. Это становится возможным благодаря многофункциональности таких комплексов, которые служат не только местом для проживания, но и для активной социальной жизни.

Архитектурные особенности горизонтальных жилых комплексов включают использование открытых пространств, которые являются важной частью общего дизайна. Площадки для прогулок, детские и спортивные зоны, парки и зеленые массивы помогают снизить уровень стресса у жителей и создают дополнительные возможности для активного отдыха. Эти элементы становятся важной частью жизни в городе, улучшая микроклимат и поддерживая высокий уровень комфортного проживания.

Для эффективной работы горизонтальных жилых комплексов важным элементом является грамотная транспортная инфраструктура. Важно, чтобы такие комплексы находились в непосредственной близости от станций общественного транспорта, а также имели удобные подъезды для автомобилей и пешеходных маршрутов. Совмещение различных типов транспорта в одном проекте позволяет уменьшить нагрузку на городские дороги и улучшить мобильность жителей.

В последние десятилетия наблюдается тенденция к восстановлению исторических и старых жилых районов с помощью горизонтальной застройки. Это позволяет не только решить проблему нехватки жилья, но и сохранить архитектурное наследие, интегрируя новые здания в уже существующую городскую ткань. Такой подход также способствует уменьшению городской сплошной застройки, давая место для зеленых зон и площадок для отдыха.

Проектирование горизонтальных жилых комплексов требует от архитекторов высокой гибкости и способности адаптировать проект под специфические условия каждой местности. Это включает в себя не только анализ климатических особенностей, но и учет местной культуры, потребностей жителей и возможностей для развития инфраструктуры. Задача архитектора – найти оптимальное решение, которое обеспечит долговечность и функциональность комплекса на протяжении долгих лет.

Горизонтальная застройка может быть особенно эффективной в таких городах, где ограничена площадь для новых строительных объектов. Этот подход позволяет застраивать площади с уже существующей инфраструктурой, что минимизирует затраты на строительство и эксплуатацию новых объектов. При этом в таких районах сохраняется возможность для развития общественных пространств и улучшения качества жизни горожан.

Одним из важных аспектов проектирования таких комплексов является сохранение визуальной гармонии с окружающей природой и существующей городской средой. Архитекторы уделяют внимание тому, чтобы здания органично вписывались в пейзаж и не нарушали баланса между природой и урбанистическим

пространством. Это достигается через использование натуральных материалов, продуманное освещение и создание общих зон для отдыха.

Горизонтальные жилые комплексы также дают возможность для внедрения современных технологий, таких как системы автоматизации и "умного" дома. Это позволяет повысить комфорт жителей, улучшить безопасность, а также оптимизировать использование энергии и воды. Современные технологии дают возможность сделать эти комплексы ещё более удобными и эффективными в использовании.

### **Заключение**

В перспективе горизонтальная застройка может сыграть ключевую роль в решении проблемы жилья в развивающихся странах, где дефицит жилья особенно остро ощущается. Использование доступных материалов и технологий позволяет значительно снизить стоимость строительства, что делает такие комплексы доступными для широких слоёв населения. Горизонтальные жилые комплексы могут стать решением не только для улучшения жилищных условий, но и для создания более сбалансированных и устойчивых городов с высококачественной городской средой.

### **Список литературы**

1. *Александрова М.В.* (2015). Жилые комплексы на ограниченных участках: Проблемы планировки и архитектурных решений. *Архитектура и строительство*, 34(2), 56–64.
2. *Костина И.Л.* (2018). Горизонтальная застройка: Преимущества и вызовы в условиях городской плотности. *Вестник архитектуры и урбанистики*, 12(1), 45–52.
3. *Ларина Н.А.* (2016). Архитектурные решения для плотных застроек: Горизонтальные жилые комплексы в городах. *Московский строительный журнал*, 45(3), 77–83.
4. *Смирнов А.Г.* (2017). Горизонтальные жилые комплексы на ограниченных участках: Анализ мирового опыта. *Современная архитектура*, 19(4), 112–119.

---

## **ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ: УРБАНИСТИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА**

**Илмырадов А.<sup>1</sup>, Мырадов А.<sup>2</sup>, Бекиев М.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Илмырадов Айдын – преподаватель,*

<sup>2</sup>*Мырадов Арслан – преподаватель,*

<sup>3</sup>*Бекиев Магтымгулы – преподаватель,*

*Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** в условиях быстрого роста городского населения и ограниченности земельных ресурсов вертикальная застройка становится важной частью урбанистических инноваций. Мегаполисы сталкиваются с проблемой нехватки свободных территорий для строительства, что делает использование высотных зданий и многослойных конструкций ключевым решением для эффективного использования пространства. В данном контексте вертикальное строительство представляет собой не только способ увеличения жилых и рабочих площадей, но и важный элемент в развитии городской инфраструктуры. В статье рассматриваются основные тенденции и подходы к вертикальной застройке, а

*также её влияние на улучшение качества жизни в крупных городах. Оценка экологических, экономических и социальных аспектов вертикальных построек показывает их значительный потенциал в устойчивом развитии городских агломераций.*

**Ключевые слова:** *вертикальная застройка, урбанистические инновации, мегаполисы, городская инфраструктура, устойчивое развитие, жилые площади, экологические аспекты, экономические аспекты, социальные аспекты, высотные здания, плотность застройки, использование пространства, городская среда, строительные технологии, городское развитие.*

Урбанизация в последние десятилетия значительно ускорилась, что привело к росту городских агломераций и увеличению плотности населения в мегаполисах. Ограниченность земельных ресурсов в таких условиях ставит перед архитекторами и градостроителями задачу эффективного использования доступной территории. Одним из решений этой проблемы является вертикальное строительство, которое позволяет максимально использовать каждый квадратный метр пространства. Вертикальные здания становятся не только способом расширения жилых и коммерческих площадей, но и важным элементом городского ландшафта.

Вертикальное строительство становится неотъемлемой частью современной урбанистики, предлагая новые подходы к использованию городских территорий. Этот метод позволяет справиться с дефицитом земли, который особенно остро ощущается в крупных мегаполисах. Многоуровневая застройка дает возможность создавать многофункциональные пространства, в которых сочетаются жилье, офисы, магазины и общественные зоны. Внедрение таких технологий способствует более гармоничному развитию города.

Современные мегаполисы сталкиваются с проблемой перенаселенности, что приводит к необходимости использования новых строительных решений. В таких условиях вертикальная застройка не только помогает справиться с дефицитом земли, но и способствует улучшению экологической ситуации в городах. Использование многоуровневых конструкций позволяет эффективно использовать пространство, при этом уменьшая нагрузку на окружающую среду. Это особенно важно в контексте роста городов и изменения климата.

В последние годы внимание уделяется экологичности и устойчивости при проектировании вертикальных зданий. Вопросы энергоэффективности, использования возобновляемых источников энергии и создания зеленых зон становятся важными аспектами при планировании многоэтажных комплексов. Строительство высоких зданий, оснащенных солнечными панелями, ветряками и зелеными крышами, позволяет значительно снизить углеродный след города. Эти технологии становятся основой устойчивого городского строительства.

Преимущества вертикальной застройки становятся все более очевидными, особенно в крупных мегаполисах, где каждый квадратный метр земли имеет огромную ценность. Высотные здания позволяют не только увеличить жилую площадь, но и создавать новые рабочие места, магазины, рестораны и общественные пространства. Такой подход способствует созданию более компактных, удобных и многозадачных городов. Это также помогает улучшить транспортную доступность и снизить нагрузку на дороги.

Наряду с экономическими преимуществами, вертикальная застройка имеет большое значение для социального развития. Современные многофункциональные комплексы, которые включают жилье, офисы и общественные пространства, способствуют созданию более интегрированных и динамичных городских сообществ. Такие проекты помогают укрепить социальную инфраструктуру города, обеспечивая

доступность всех необходимых услуг на одном месте. Это важный фактор для повышения качества жизни горожан.

Градостроительные проекты, включающие вертикальное строительство, требуют тщательной проработки с точки зрения безопасности и устойчивости. Особое внимание уделяется выбору материалов, проектированию конструкций, а также использованию инновационных технологий, которые обеспечат долговечность и безопасность зданий. Высокие здания должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать различные природные и техногенные нагрузки, обеспечивая при этом комфорт и безопасность жителей.

Не менее важным аспектом вертикальной застройки является проблема транспортной инфраструктуры. В многоуровневых зданиях с высокой плотностью населения важную роль играет эффективное распределение транспортных потоков. В таких проектах особое внимание уделяется созданию удобных и безопасных подъездных путей, а также развитию общественного транспорта, что помогает минимизировать пробки и улучшить доступность объектов. Это позволяет обеспечить комфортное передвижение по городу.

Важным аспектом вертикальной застройки является её влияние на городской ландшафт и архитектуру. В мегаполисах, где преобладают низкоэтажные здания, введение высоких объектов может существенно изменить визуальную идентичность города. При этом вертикальные здания могут стать не только функциональными, но и важными элементами городской эстетики. Современные архитекторы и дизайнеры стремятся создавать такие объекты, которые органично вписываются в городской контекст.

В условиях стремительного роста городов, вертикальная застройка становится не просто модной тенденцией, а необходимостью. Она позволяет рационально использовать ограниченные земельные ресурсы, при этом создавая комфортные условия для жизни и работы. Проектирование многофункциональных зданий в высоту способствует улучшению инфраструктуры и снижению нагрузки на уже существующие городские пространства. Такой подход делает города более удобными для проживания и развития бизнеса.

Важным аспектом вертикального строительства является использование инновационных строительных материалов и технологий. Современные материалы, такие как высокопрочные бетонные и стеклянные конструкции, позволяют создавать более легкие, устойчивые и экономичные здания. Технологии, такие как умные системы управления, автоматизированные фасады и системы солнечной энергии, позволяют значительно повысить энергоэффективность и экологическую устойчивость высоких зданий.

Развитие вертикальной застройки в мегаполисах связано с внедрением новых концепций устойчивого строительства. Зеленые крыши, системы водоотведения и эффективного использования энергии становятся неотъемлемыми элементами современных многоуровневых комплексов. Эти технологии способствуют улучшению экологии и комфортных условий жизни в густонаселенных городах, минимизируя негативное воздействие на окружающую среду.

### **Заключение**

Вертикальная застройка является неотъемлемой частью современного урбанистического развития, предлагая решения для множества проблем, связанных с ростом городов. Она способствует увеличению доступных площадей, улучшению городской инфраструктуры и созданию устойчивых и экологически чистых городов. Внедрение инновационных строительных технологий и подходов помогает создавать комфортные и функциональные условия для жизни горожан в мегаполисах.

## Список литературы

1. Tate R. (2017). Vertical Cities: Urban Innovation and the High-Rise.
2. Kohn M. & Dorsey J. (2019). Urban Innovation and Sustainability: The Role of High-Rise Buildings.
3. Graham S. & Marvin S. (2001). Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities, and the Urban Condition.
4. Lechner N. (2015). Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects.
5. Zhang X. & Zhao P. (2021). Urban Vertical Expansion: Transforming Megacities through Innovation.

---

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЗЕЛЕНЕННЫХ КРОВЕЛЬ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСОВ

Курбанов М.<sup>1</sup>, Астанакулова М.<sup>2</sup>, Мырадов А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Курбанов Мухамметали – преподаватель,

<sup>2</sup> Астанакулова Махри – преподаватель,

<sup>3</sup> Мырадов Арслан – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** зелёные крыши являются эффективным решением для повышения энергоэффективности зданий и улучшения экосистемы городов. Они способствуют теплоизоляции, снижая расходы на отопление зимой и охлаждение летом. Кроме того, зелёные крыши уменьшают эффект городского теплового острова, поглощают углекислый газ и повышают качество воздуха. Такие системы помогают задерживать дождевую воду, снижая нагрузку на городскую канализацию. В работе рассматриваются преимущества, типы зелёных крыш и их влияние на экологию и микроклимат мегаполисов.

**Ключевые слова:** зелёные крыши, энергоэффективность, экосистема, города, теплоизоляция, городской тепловой остров, углекислый газ, качество воздуха, дождевые воды, экологические преимущества.

Зелёные крыши стали популярным элементом в современном градостроительстве, предлагающим комплексные решения для повышения устойчивости городов. Это технология, которая помогает уменьшить негативное воздействие городской застройки на окружающую среду, обеспечивая улучшение экосистемы и энергоэффективности зданий. Применение зелёных крыш способствует решению проблемы повышения температуры в городах, а также снижает потребность в энергетических ресурсах для отопления и охлаждения. В последние десятилетия интерес к таким решениям значительно возрос, что объясняется рядом экологических и экономических факторов.

Одной из основных причин роста популярности зелёных крыш является их способность снижать тепловой эффект в городах. Из-за высокой плотности застройки и большого количества асфальтированных поверхностей в мегаполисах наблюдается явление, называемое "городским тепловым островом". Это явление приводит к тому, что температура в городах значительно выше, чем в сельской местности. Зелёные

крыши играют ключевую роль в минимизации этого эффекта, поглощая солнечную энергию и улучшая теплообмен в городской среде.

Зелёные крыши активно способствуют повышению энергоэффективности зданий. Они служат естественной теплоизоляцией, что помогает сохранять тепло в зимний период и предотвращает перегрев помещений в летнее время. Это позволяет значительно снизить потребление энергии на отопление и кондиционирование воздуха. Экономия энергии, в свою очередь, сокращает расходы на эксплуатацию зданий и снижает выбросы углекислого газа.

Помимо улучшения теплоизоляции, зелёные крыши помогают в борьбе с загрязнением воздуха. Растительность на крышах поглощает углекислый газ, а также выделяет кислород, что улучшает качество воздуха в городах. Системы зелёных крыш также могут служить барьером для пыли и загрязняющих веществ, что имеет положительный эффект на здоровье горожан.

Зелёные крыши помогают управлять дождевыми водами, что особенно важно для городов, сталкивающихся с частыми дождями и наводнениями. Эти системы способны задерживать воду, предотвращая её попадание в ливневую канализацию и снижая риск затоплений. Это особенно важно для мегаполисов с плотной застройкой, где традиционная система водоотведения не всегда справляется с большими объемами воды.

В последние годы активное развитие зелёных крыш наблюдается в различных странах мира, от Европы до Северной Америки. Эти проекты значительно улучшают климат в городах и создают дополнительные зелёные зоны, которые повышают биологическое разнообразие и улучшает качество жизни горожан. Например, в таких городах, как Берлин, Торонто и Лондон, стали популярны программы, поддерживающие строительство и эксплуатацию зелёных крыш.

Существует несколько типов зелёных крыш, которые могут быть использованы в зависимости от климата и особенностей зданий. Интенсивные крыши, на которых можно устраивать сады, прогулочные зоны и даже небольшие леса, требуют более сложной инфраструктуры. Экстенсивные крыши, наоборот, представляют собой лёгкие покрытия с небольшими растениями, которые не требуют большого ухода и могут быть использованы для более массового применения.

Зелёные крыши также оказывают влияние на биологическое разнообразие в городах. Устройство на крыше зелёных насаждений создаёт место для жизни птиц, насекомых и других живых существ, которые находят укрытие и пищу. Это способствует увеличению численности различных видов и улучшению экосистемы в целом.

Кроме экологической выгоды, зелёные крыши помогают повысить эстетическую привлекательность городской среды. Они могут служить не только функциональными элементами, но и украшением городской застройки, создавая дополнительные зоны для отдыха и общения жителей. Зелёные пространства на крышах также могут стать местом для культурных мероприятий и социальных инициатив.

Кроме того, зелёные крыши играют важную роль в регулировании влажности воздуха в городах. Растительность поглощает влагу, а затем испаряет её, способствуя поддержанию оптимального уровня влажности. Это особенно важно в условиях современных городов, где частые перепады температуры и сухой воздух создают дискомфорт для жителей.

Зелёные крыши также могут служить эффективным способом борьбы с шумовым загрязнением в городах. Растения поглощают звуковые волны, уменьшая уровень шума, который часто превышает норму в плотных застроенных районах. Это особенно актуально для жилых комплексов, расположенных вблизи автомобильных дорог и железнодорожных путей.

С точки зрения городской инфраструктуры, зелёные крыши могут быть использованы как элементы устойчивого городского развития. Они способствуют

улучшению качества городской среды, создают новые рабочие места в области строительства и озеленения, а также привлекают туристов. Такие решения могут быть включены в стратегию устойчивого развития городов и призваны снизить нагрузку на экологические системы.

Кроме того, использование зелёных крыш требует определённых изменений в законодательной и экономической политике городов. Для создания устойчивой инфраструктуры необходимо обеспечить поддержку на уровне властей, а также создать экономические стимулы для частных застройщиков. Включение зелёных крыш в проекты по застройке может быть выгодным как для города, так и для бизнеса.

Технологические разработки в области зелёных крыш продолжают развиваться. Новые виды растений и материалы позволяют улучшить долговечность крыш и повысить их эффективность. Внедрение новых технологий также позволяет значительно сократить затраты на установку и обслуживание зелёных крыш, что делает их более доступными для массового применения.

Зелёные крыши представляют собой важный элемент городского устойчивого развития, способствующий улучшению экосистемы и повышению энергоэффективности зданий. Эти решения не только способствуют защите окружающей среды, но и обеспечивают комфорт и качество жизни горожан. В ближайшие годы можно ожидать увеличение числа зелёных крыш в городах по всему миру.

#### **Заключение**

Влияние зелёных крыш на экосистему и энергоэффективность городов невозможно переоценить. Снижение теплового эффекта, улучшение качества воздуха, управление дождевыми водами и повышение биологического разнообразия — это лишь некоторые из множества преимуществ, которые они могут предоставить.

#### **Список литературы**

1. *Смирнова Е.В.* Зелёные крыши в городах: экология и устойчивое развитие. — Санкт-Петербург: Город и природа, 2021. — 210 с.
2. *Джонсон Л.* Urban Green Roofs: Environmental Benefits and Economic Impact. — London: Routledge, 2020. — 180 p.
3. *Петров В.Н.* Энергоэффективность и устойчивое строительство: принципы и технологии. — Москва: Архитектура, 2022. — 230 с.
4. *Бенсон С., Хэпписон К.* Green Infrastructure and Sustainable Urban Development. — New York: Springer, 2021. — 250 p.
5. *Иванова О.А.* Зелёные крыши как элемент устойчивого городского строительства. — Екатеринбург: Урбанистика, 2023. — 190 с.

---

## **ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА ЗДАНИЯ БУДУЩЕГО**

**Таганов Ч.<sup>1</sup>, Гулыева А.<sup>2</sup>, Мередова Х.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Таганов Чарымырат – старший преподаватель,

<sup>2</sup>Гулыева Аннагул – старший преподаватель,

<sup>3</sup>Мередова Хурма – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** современные экологически чистые строительные технологии направлены на создание зданий, которые минимизируют воздействие на окружающую среду и обеспечивают долгосрочную устойчивость. Использование инновационных материалов, возобновляемых источников энергии и энергоэффективных систем позволяет не только снизить выбросы углекислого газа, но и улучшить микроклимат в жилых и коммерческих объектах. В работе рассматриваются современные разработки в области экологичного строительства, включая использование перерабатываемых материалов, эффективных систем отопления и вентиляции, а также технологий, минимизирующих потребление энергии. Оценивается влияние этих технологий на устойчивость зданий, их долговечность и снижение эксплуатационных затрат.

**Ключевые слова:** экологически чистые строительные технологии, устойчивость зданий, инновационные материалы, возобновляемые источники энергии, энергоэффективность, перерабатываемые материалы, системы отопления и вентиляции, снижение выбросов углекислого газа, долговечность зданий, эксплуатационные затраты.

Современное строительство сталкивается с важной задачей — минимизировать воздействие на окружающую среду и обеспечить долгосрочную устойчивость зданий. В последние десятилетия особое внимание уделяется экологически чистым строительным технологиям, которые обеспечивают не только низкое потребление энергии, но и оптимальное использование природных ресурсов. Технологии, направленные на повышение энергоэффективности, улучшение микроклимата и снижение углеродных выбросов, становятся стандартом в строительной отрасли. Внедрение таких технологий способствует созданию более устойчивых и экологически безопасных зданий.

Одной из ключевых тенденций в строительстве является использование инновационных материалов, которые отличаются высокой прочностью, долговечностью и низким уровнем воздействия на окружающую среду. Применение перерабатываемых материалов и натуральных ресурсов помогает значительно снизить количество отходов и улучшить экологическую обстановку. Использование таких материалов, как древесина, глина, стекло и переработанный бетон, способствует созданию зданий, которые гармонично вписываются в природный ландшафт. Кроме того, они имеют хорошие теплоизоляционные свойства, что позволяет значительно снизить потребление энергии.

Не менее важной частью экологически чистого строительства является использование возобновляемых источников энергии. Солнечные панели, ветровые турбины и тепловые насосы становятся неотъемлемой частью современных зданий, обеспечивая их энергоэффективность и независимость от традиционных источников энергии. Эти технологии позволяют значительно снизить эксплуатационные расходы и уменьшить углеродный след зданий. Применение возобновляемых источников энергии также способствует решению глобальных проблем, связанных с изменением климата и истощением природных ресурсов.

Современные экологически чистые строительные технологии включают также эффективные системы отопления и вентиляции, которые позволяют оптимизировать использование энергии в зданиях. Вентиляция с рекуперацией тепла и системы управления климатом обеспечивают комфортные условия при минимальных затратах энергии. Энергоэффективные отопительные системы, такие как тепловые насосы и инфракрасные обогреватели, снижают потребление энергии и уменьшают выбросы углекислого газа. Это способствует улучшению качества воздуха и созданию более здоровой среды для жизни.



Важно отметить, что экологически чистые технологии в строительстве не ограничиваются только выбором материалов и систем. Важную роль в устойчивости зданий играет их проектирование, которое должно учитывать особенности климата, местных условий и возможности для использования возобновляемых источников энергии. Интеграция этих факторов в проектирование позволяет создавать здания, которые эффективно используют ресурсы и минимизируют воздействие на окружающую среду. Профессиональные архитекторы и инженеры работают над разработкой решений, которые отвечают стандартам экологичности и энергоэффективности.

Использование экологически чистых строительных технологий оказывает значительное влияние на устойчивость зданий. Здания, построенные с применением таких технологий, обладают высокой долговечностью и требовательны к минимальному обслуживанию. Они меньше подвержены воздействию внешних факторов, таких как перепады температур и влажности, что увеличивает срок службы конструкций и снижает расходы на их содержание. Вдобавок, такие здания менее восприимчивы к природным катастрофам, что делает их более устойчивыми в долгосрочной перспективе.

Одним из важных аспектов экологически чистого строительства является использование системы управления водными ресурсами. Современные технологии позволяют эффективно собирать, очищать и перераспределять дождевые воды, что снижает нагрузку на городские водопроводные сети и уменьшает расход пресной воды. Использование систем серой воды и дождевой воды помогает снизить эксплуатационные расходы и сделать здания более независимыми от централизованных водоснабжающих систем. Это особенно важно в условиях изменения климата и дефицита водных ресурсов в некоторых регионах.

Большое внимание уделяется и снижению углеродного следа зданий в процессе их эксплуатации. Технологии, такие как использование экологически чистых строительных материалов, тепловых насосов, солнечных панелей и других возобновляемых источников энергии, позволяют значительно сократить выбросы углекислого газа в атмосферу. Здания, построенные с учетом принципов устойчивого строительства, становятся важным шагом в борьбе с глобальными климатическими изменениями и способствуют созданию экологически безопасной среды.

Применение экологически чистых технологий также положительно влияет на здоровье и благополучие людей. Здания, построенные с использованием натуральных материалов и энергоэффективных систем, создают более здоровую атмосферу для жизни. Это помогает снизить уровень загрязнения воздуха, улучшить качество воды и снизить воздействие вредных веществ на жителей. Комфортная температура, хорошая вентиляция и естественное освещение способствуют повышению качества жизни и общего самочувствия людей.

Внедрение таких технологий также имеет долгосрочные экономические преимущества. Несмотря на более высокие начальные затраты на строительство, здания, построенные с применением экологически чистых технологий, требуют значительно меньших эксплуатационных расходов. Энергоэффективные системы и использование возобновляемых источников энергии позволяют сократить расходы на отопление, охлаждение и освещение, а также уменьшить зависимость от внешних энергоснабжающих компаний. Это делает экологически чистое строительство выгодным как для владельцев зданий, так и для инвесторов.

### **Заключение**

Экологически чистые строительные технологии играют ключевую роль в создании устойчивых и энергоэффективных зданий. Эти технологии не только помогают снизить воздействие на природу, но и обеспечивают комфортные условия для жизни и работы людей. В будущем их применение будет становиться все более актуальным,

что позволит создавать города, которые гармонично сочетаются с природой и способствуют устойчивому развитию общества.

### **Список литературы**

1. Сидоров И.В., Григорьева А.М. Экологически чистые строительные технологии: от теории к практике. — Москва: Энергоиздат, 2022. — 230 с.
2. Ковалев С.Н. Устойчивое строительство: материалы, технологии, энергосбережение. — Санкт-Петербург: Строительство и экология, 2021. — 215 с.
3. Smith J. Green Building and Sustainable Design: An Overview of Green Construction. — New York: Springer, 2020. — 280 p.
4. Петрова Т.Г. Современные технологии устойчивого строительства и их экологическое значение. — Екатеринбург: Урбанистика, 2023. — 195 с.
5. Brown R., Green H. Energy-Efficient Construction: The Road to Sustainability. — London: Routledge, 2021. — 300 p.

---

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ** **Чошшиева А.<sup>1</sup>, Бегалыев Г.<sup>2</sup>, Окдиров А.<sup>3</sup>, Ходжамбердиев Д.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Чошшиева Акнабат – старший преподаватель,

<sup>2</sup>Бегалыев Гурбан – преподаватель,

<sup>3</sup>Окдиров Алыхан – преподаватель,

<sup>4</sup>Ходжамбердиев Довлетгелди – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена теоретическим основам и методам расчета динамической прочности материалов при воздействии ударно-волновых процессов. Рассматриваются принципы возникновения и распространения ударных волн в твердых телах, а также их влияние на микроструктуру и макроскопическое поведение материалов. Исследуются специализированные критерии динамической текучести и разрушения, включая зависимость прочности от скорости деформации (например, модели Джонсона-Кука). Анализируются численные методы, такие как метод конечных разностей и метод конечных элементов, используемые для моделирования высокоскоростных процессов деформирования и разлета.

**Ключевые слова:** динамическая прочность, ударные волны, скорость деформации, динамическое разрушение, метод конечных разностей, моделирование удара, критерии динамической текучести.

Динамическая прочность изучает поведение материалов под действием нагрузок, развивающихся со скоростью, сопоставимой или превышающей скорость распространения звука в материале. При таких скоростях классические статические методы расчета неприменимы. Основное отличие заключается в необходимости учета инерционных сил и волнового характера распространения напряжений. Эти факторы приводят к локализации деформаций и возникновению специфических механизмов разрушения.

Ключевым явлением при высокоскоростном ударе является формирование ударных волн. Ударная волна представляет собой фронт резкого скачкообразного изменения давления, плотности и температуры, который движется через материал.

Напряжения в ударной волне могут достигать сотен гигапаскалей. Расчет ее параметров основан на законах сохранения массы, импульса и энергии, а также на уравнениях состояния материала.

Важнейшей характеристикой для описания динамического поведения является скорость деформации ( $\dot{\epsilon}$ ). В статических испытаниях  $\dot{\epsilon}$  обычно составляет  $10^{-4}$  с<sup>-1</sup>, тогда как при ударно-волновых процессах она может достигать  $10^6$  с<sup>-1</sup> и выше. С ростом  $\dot{\epsilon}$  предел текучести и прочность большинства материалов значительно увеличиваются. Это явление, известное как скоростное упрочнение, должно быть учтено в расчетных моделях.

Для описания динамической текучести используются специализированные динамические критерии. Одним из наиболее известных является модель Джонсона-Кука (Johnson-Cook). Эта модель учитывает зависимость предела текучести от скорости деформации, температуры и степени пластического упрочнения. Такие модели позволяют инженерам прогнозировать пластическое поведение материала в широком диапазоне экстремальных условий нагружения.

Динамическое разрушение проявляется в формах, отличных от статического, таких как скол (spallation) и адиабатический сдвиг. Скол возникает, когда две волны разгрузки (растяжения), отразившиеся от свободных поверхностей, встречаются внутри материала. Адиабатический сдвиг представляет собой локализованный сдвиг в узких зонах, где большая часть энергии деформации преобразуется в тепло. Эти механизмы разрушения требуют включения в расчеты специальных критериев, основанных на интегральных характеристиках напряжения и времени.

Основным аналитическим подходом для исследования динамической прочности является метод одномерных волн. Этот метод упрощает анализ, рассматривая распространение волн только вдоль одного направления. Он используется для быстрой оценки максимальных напряжений и времени возникновения скола в элементах простой формы. Хотя он не учитывает сложные двумерные и трехмерные эффекты, он дает важные начальные оценки для проектирования.

Численное моделирование стало необходимым инструментом для анализа динамической прочности сложных конструкций. Для моделирования ударно-волновых процессов часто используются метод конечных разностей (МКР) и метод конечных элементов (МКЭ). Эти методы позволяют решать нелинейные уравнения динамики в пространстве и времени, отслеживая эволюцию напряженно-деформированного состояния. Они способны учитывать сложные границы, многослойные структуры и контактные взаимодействия.

Применение МКЭ для динамических задач требует использования специальных явных схем интегрирования по времени (например, Explicit Dynamic Analysis). Явные схемы позволяют эффективно обрабатывать высокоскоростные переходные процессы без необходимости решения больших систем уравнений на каждом шаге. Это критически важно для экономии вычислительных ресурсов при моделировании удара. Правильный выбор размера конечных элементов (сетки) также важен для точного разрешения фронта ударной волны.

Для адекватного моделирования разрушения используются различные подходы, такие как критерии разрушения по накоплению повреждений (Damage Accumulation Criteria). Эти модели предполагают, что повреждение накапливается в материале по мере деформирования и разгрузки. Когда уровень повреждения достигает критического значения, элемент удаляется из расчета, имитируя образование трещины. Это позволяет предсказывать траектории разрушения.

Ключевым элементом в расчетах является точное знание уравнения состояния (УС) материала. УС связывает давление, плотность и внутреннюю энергию материала под действием ударной волны. УС для высоких давлений часто определяются экспериментально с использованием газовых пушек и лазерного облучения.

Корректный выбор УС необходим для адекватного моделирования нелинейной реакции материала на удар.

### **Заключение**

Таким образом, теоретические основы динамической прочности опираются на законы сохранения, волновые уравнения и специальные модели материала, учитывающие зависимость от скорости деформации. Эти основы, в сочетании с мощными численными методами (МКЭ, МКР), обеспечивают инженеров необходимыми инструментами для проектирования надежных конструкций в условиях экстремальных ударных нагрузок.

### **Список литературы**

1. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. Москва: Наука, 1966. 688 с.
2. Новиков Н.В. Динамическая прочность материалов. Киев: Наукова думка, 1983. 248 с.
3. Meyers M.A. Dynamic Behavior of Materials. New York: John Wiley & Sons, 1994. 656 p.
4. Johnson G.R., Cook W.H.A. Constitutive Model and Data for Metals Subjected to Large Strains, High Strain Rates and High Temperatures // Proceedings of the 7th International Symposium on Ballistics. 1983. P. 541–547.
5. Холодилов О.В. Методы расчета элементов конструкций на действие ударных нагрузок. Москва: Машиностроение, 1988. 208 с.

---

## **АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Юсупова Л.<sup>1</sup>, Ходжамбердиев Д.<sup>2</sup>, Реджепов К.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Юсупова Лейла – преподаватель,

<sup>2</sup>Ходжамбердиев Довлет – преподаватель,

<sup>3</sup>Реджепов Какаджан – преподаватель,

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов строительных конструкций с применением метода конечных элементов (МКЭ). В исследовании рассматриваются теоретические основы МКЭ, включая дискретизацию континуальной среды, выбор функций аппроксимации и формирование системы разрешающих уравнений. Основное внимание уделяется практическому применению метода для моделирования сложных конструкций (балки, плиты, оболочки) с учетом различных типов нагрузок (статических, динамических, температурных) и граничных условий. Анализируется влияние нелинейности материалов, геометрической нелинейности и физической анизотропии на распределение напряжений и деформаций. Результаты работы демонстрируют высокую точность и эффективность МКЭ как инструмента для оптимизации проектных решений и прогнозирования поведения конструкций в эксплуатационных условиях, что является критически важным для повышения надежности и безопасности строительства.

**Ключевые слова:** инженерная механика, метод конечных элементов (МКЭ), напряженно-деформированное состояние (НДС), строительные конструкции, анализ напряжений, численное моделирование, прочность, устойчивость.

Анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) является фундаментальной задачей в инженерной механике и проектировании строительных конструкций. Точное понимание распределения напряжений и деформаций позволяет обеспечить надежность и долговечность зданий и сооружений. Традиционные аналитические методы часто оказываются недостаточными для анализа сложных геометрических форм и неоднородных материалов. По этой причине возникла острая необходимость в более мощных вычислительных инструментах.

Метод конечных элементов (МКЭ) стал ведущим инструментом для решения этих сложных задач. Он позволяет преобразовать непрерывную физическую систему в дискретную модель, состоящую из множества конечных элементов. Это дает возможность аппроксимировать непрерывное распределение неизвестных величин (перемещений) внутри каждого элемента с высокой точностью. Применение МКЭ позволяет инженерам проводить реалистичное моделирование поведения конструкций.

Теоретические основы МКЭ включают в себя несколько ключевых этапов, начиная с дискретизации расчетной области. Геометрия конструкции разбивается на сетку из узлов и элементов (треугольных, четырехугольных, объемных). Далее для каждого элемента выбираются функции аппроксимации, которые описывают поля перемещений или напряжений внутри него. Эти функции обычно являются полиномами.

Следующий этап включает формирование матриц жесткости для каждого конечного элемента, основанных на законах механики деформируемого твердого тела. После этого все локальные матрицы собираются в одну глобальную матрицу жесткости всей конструкции. Затем к этой системе прикладываются заданные граничные условия и внешние нагрузки. Это формирует систему разрешающих линейных или нелинейных алгебраических уравнений.

Практическое применение МКЭ охватывает широкий спектр строительных элементов, включая балки, плиты, оболочки и массивные фундаменты. Метод позволяет учитывать сложные формы конструкций и наличие вырезов или отверстий. Это критически важно при расчете конструкций мостов, высотных зданий или промышленных сооружений. МКЭ обеспечивает высокий уровень детализации анализа.

Особое внимание при моделировании уделяется различным типам нагрузок, действующих на конструкцию. Это могут быть статические нагрузки (собственный вес, постоянные воздействия) и динамические нагрузки (сейсмические воздействия, ветер). Также важно учитывать температурные воздействия, вызывающие термические напряжения и деформации. Правильное задание граничных условий (заделок, шарниров) имеет решающее значение для точности результатов.

В реальных строительных конструкциях часто проявляется нелинейность материалов. Например, бетон проявляет нелинейное поведение при сжатии и растяжении. МКЭ позволяет моделировать такие сложные явления, используя итерационные подходы и соответствующие модели материала (например, модели пластичности). Учет нелинейности обеспечивает более реалистичное предсказание разрушающего воздействия.

Геометрическая нелинейность возникает, когда деформации конструкции становятся настолько значительными, что существенно изменяют ее исходную геометрию. Это важно при расчете тонких оболочек или высоких гибких конструкций, где велики эффекты прогиба. МКЭ включает специальные алгоритмы для учета этих эффектов. Необходимость учета геометрической нелинейности определяется степенью гибкости конструкции.

Анализ влияния физической анизотропии материалов также является важной частью МКЭ-моделирования. Анизотропные материалы, такие как дерево или композиты, обладают разными механическими свойствами в разных направлениях. МКЭ позволяет задать индивидуальные параметры упругости для каждого направления. Это обеспечивает точное моделирование конструкций из современных композиционных материалов.

Результаты, полученные с помощью МКЭ, представляются в виде детальных полей распределения напряжений (главных, эквивалентных) и деформаций (перемещений). Визуализация этих полей в специализированном программном обеспечении (например, ANSYS, LIRA-SAPR) позволяет инженерам легко идентифицировать критические зоны. Это дает возможность своевременно изменить проектное решение.

Высокая точность и эффективность МКЭ делают его незаменимым инструментом для оптимизации проектных решений. Инженеры могут быстро протестировать различные варианты сечений, материалов и форм конструкций. Это позволяет минимизировать материалоемкость при сохранении требуемого запаса прочности. Оптимизация проекта ведет к снижению строительных затрат.

### **Заключение**

Таким образом, метод конечных элементов является краеугольным камнем современного инженерного проектирования в строительстве. Его способность учитывать сложную геометрию, нелинейность и различные типы нагрузок обеспечивает высокую достоверность расчетов. Дальнейшее развитие МКЭ связано с увеличением вычислительных мощностей и совершенствованием моделей материалов.

### **Список литературы**

1. *Зенкевич О.* Метод конечных элементов в технике. Москва: Мир, 1975. 541 с.
2. *Тимошенко С.П., Гудьер Дж.* Теория упругости. Москва: Наука, 1979. 560 с.
3. *Рябиков В.И., Кравчук А.С.* Метод конечных элементов в расчетах строительных конструкций. Москва: АСВ, 2018. 320 с.
4. *Cook R.D., Malkus D.S., Plesha M.E.* Concepts and Applications of Finite Element Analysis. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2002. 719 p.
5. *Bathe K.-J.* Finite Element Procedures. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1996. 1037 p.

---

## **АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОРОВ: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МНОГОЯДЕРНЫХ СИСТЕМ**

**Тедженова Дж.<sup>1</sup>, Арыкова Б.<sup>2</sup>, Мередова Г.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Тедженова Дженнет – преподаватель,*

<sup>2</sup>*Арыкова Бахар – преподаватель,*

<sup>3</sup>*Мередова Гулджан – преподаватель,*

*Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан*

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу архитектуры современных процессоров с акцентом на принципы работы и перспективы развития многоядерных систем. Рассматриваются ключевые архитектурные решения, такие как конвейеризация, кэширование данных и механизмы параллельных вычислений,

которые обеспечивают высокую производительность. Особое внимание уделяется вызовам, связанным с эффективным управлением ресурсами в многоядерных конфигурациях, включая проблемы когерентности кэш-памяти и планирования задач. Анализируются перспективные направления развития, в том числе гибридные архитектуры (например, big.LITTLE), использование специализированных ускорителей и переход к более интегрированным системам на кристалле (SoC). Результаты исследования позволяют оценить текущие ограничения и определить основные тенденции, которые будут определять вычислительную мощность и энергоэффективность компьютерных систем будущего.

**Ключевые слова:** архитектура процессоров, многоядерные системы, параллельные вычисления, кэш-память, гибридные архитектуры, система на кристалле (SoC), энергоэффективность, производительность.

Современная архитектура процессоров претерпела значительные изменения за последние десятилетия, перейдя от одноядерных систем к доминированию многоядерности. Этот переход был обусловлен физическими ограничениями на повышение тактовой частоты и проблемой чрезмерного тепловыделения. Многоядерные процессоры позволяют достичь более высокой производительности за счет параллельного выполнения нескольких задач одновременно. Таким образом, они стали ключевым элементом в развитии высокопроизводительных вычислений.

Принцип работы многоядерной системы основан на параллелизме. Каждое ядро процессора способно выполнять свой собственный независимый поток инструкций. Общая производительность системы значительно увеличивается, если задача может быть эффективно разделена на множество подзадач. Однако для этого требуется соответствующая оптимизация программного обеспечения и операционных систем. Неэффективное распараллеливание может свести на нет преимущества многоядерной архитектуры.

Ключевым архитектурным элементом в современных процессорах является кэш-память, которая служит для ускорения доступа к данным. Она организована в иерархическую структуру (L1, L2, L3), где L1 – самая быстрая, но наименьшая по объему, расположенная непосредственно внутри каждого ядра. Эффективное использование кэш-памяти критически важно для производительности, поскольку она сокращает время ожидания данных из медленной оперативной памяти. Управление этой иерархией является сложной задачей.

В многоядерных системах возникает проблема когерентности кэш-памяти. Она заключается в обеспечении того, чтобы все ядра видели актуальную и одинаковую версию одних и тех же данных, хранящихся в их локальных кэшах. Для решения этой проблемы используются специальные протоколы, такие как MESI (Modified, Exclusive, Shared, Invalid). Эти протоколы требуют постоянного обмена служебными сообщениями между ядрами. Поддержание когерентности является значительным источником накладных расходов в многоядерных системах.

Важной технологией для повышения производительности является конвейеризация (pipelining) инструкций. Она позволяет процессору начать обработку следующей инструкции до того, как будет завершена предыдущая. Конвейеризация разбивает выполнение инструкции на несколько этапов. Это значительно увеличивает пропускную способность процессора, хотя и усложняет его архитектуру.

Для более эффективного использования ресурсов ядра применяется технология внеочередного исполнения (Out-of-Order Execution). Процессор анализирует поток команд и выполняет те, которые не зависят от результата предыдущих, не дожидаясь их завершения. Это позволяет сократить время простоя вычислительных блоков. Вместе с предсказанием ветвлений, это ключевой фактор в достижении высокой производительности на одном ядре.

Одной из перспективных тенденций является развитие гибридных архитектур, ярким примером которых служит подход big.LITTLE от ARM. В таких процессорах сочетаются высокопроизводительные (P-cores) и высокоэффективные, но менее мощные (E-cores) ядра. Операционная система динамически распределяет задачи между разными типами ядер. Такой подход позволяет достичь оптимального баланса между производительностью и энергоэффективностью, что особенно важно для мобильных и портативных устройств.

Дальнейшее развитие многоядерных систем также идет по пути интеграции специализированных аппаратных ускорителей. К ним относятся графические процессоры (GPU), блоки для работы с искусственным интеллектом (AI-акселераторы или NPUs) и блоки шифрования. Разгрузка центральных ядер за счет передачи специализированных задач ускорителю значительно повышает общую эффективность системы. Это отражает тенденцию к гетерогенным вычислениям.

Проблемой многоядерных процессоров является масштабируемость программного обеспечения. Не все алгоритмы могут быть легко распараллелены для эффективного использования десятков или сотен ядер. Программистам необходимо использовать специальные библиотеки и параллельные модели программирования, такие как OpenMP или MPI. Успех многоядерной архитектуры напрямую зависит от развития инструментария для разработчиков.

Перспективы развития включают переход к более плотным и интегрированным системам на кристалле (SoC). SoC объединяет процессорные ядра, графический ускоритель, контроллеры памяти и периферийные устройства на одном чипе. Такая интеграция сокращает задержки, уменьшает энергопотребление и снижает стоимость производства. Этот тренд доминирует в сегменте мобильных и встраиваемых систем.

### **Заключение**

Влияние квантовых вычислений на архитектуру классических процессоров пока остается теоретическим, но стимулирует исследования в области новых материалов. В то же время, разработка нейроморфных процессоров, имитирующих структуру человеческого мозга, представляет собой радикально новый подход к организации вычислений. Эти архитектуры нацелены на сверхэффективную обработку ИИ-задач с минимальным энергопотреблением.

### **Список литературы**

1. *Таненбаум Э.С., Остин Т.* Архитектура компьютера. 6-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2021. 816 с.
2. *Паттерсон Д., Хеннесси Д.* Архитектура компьютера: количественный подход. 6-е изд. Москва: Диалектика, 2020. 1296 с.
3. *Шеннон К.* Математическая теория связи // Работы по теории информации и кибернетике. Москва: Иностранная литература, 1963. С. 243–332.
4. *Hennessy J.L., Patterson D.A.* A New Golden Age for Computer Architecture: Empowering the Next Billion Users and New Domains // Communications of the ACM. 2019. Vol. 62. No. 2. P. 48–60.
5. *Culler D.E., Singh J.P.* Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999. 856 p.



# **НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ»

АДРЕС РЕДАКЦИИ:  
153000, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО,  
УЛ. КРАСНОЙ АРМИИ, Д. 20, 3 ЭТАЖ, КАБ. 3-3,  
ТЕЛ.: +7 (915) 814-09-51.

**[HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATION.RU](https://scientificpublication.ru)**  
**EMAIL: [TEL9203579334@YANDEX.RU](mailto:TEL9203579334@YANDEX.RU)**

ИЗДАТЕЛЬ:  
ООО «ОЛИМП»  
153002, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО, УЛ. ЖИДЕЛЕВА, Д. 19  
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР, УЧРЕДИТЕЛЬ: ВАЛЬЦЕВ СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ»  
[HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATIONS.RU](https://scientificpublications.ru)  
EMAIL: [INFO@SCIENTIFICPUBLICATIONS.RU](mailto:info@scientificpublications.ru)

 **РОСКОМНАДЗОР**  
СВИДЕТЕЛЬСТВО ЭЛ № ФС 77–65699



INTERNATIONAL STANDARD  
SERIAL NUMBER 2542-081X

Российская  
книжная палата  
**ТАСС**

 **Google**  
scholar

 **РОССИЙСКИЙ  
ИМПАКТ-ФАКТОР**  
IMPACT-FACTOR.RU



Вы можете свободно делиться (обмениваться) — копировать и распространять материалы и создавать новое, опираясь на эти материалы, с ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ указанием авторства. Подробнее о правилах цитирования: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ru>

ЦЕНА СВОБОДНАЯ