



Уральский  
федеральный  
университет

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

Институт экономики  
и управления



# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Докладчик

**Городнова Наталья Васильевна,**

профессор кафедры правового регулирования  
экономической деятельности, д.э.н., УрФУ

## Понятие инноватизации в строительстве

**Экономическая результативность инновационных трансформаций** в инвестиционно-строительной сфере России характеризуется следующими факторами:

- повышение объемов капитального строительства;
- инновационные преобразования в технологии производства высокоэффективных материалов;
- эффективная система управления процессами;
- применение прорывных информационных и инновационных технологий.

**Использование достижений НТП** в инвестиционно-строительной сфере неизбежно приводит к социально-экономическому прогрессу, проявляясь в изменениях в содержании труда, повышении уровня организации строительного производства и организационной культурой системы управления.

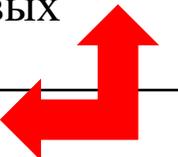
**Конкурентная среда рыночной экономики** предъявляет повышенные требования к уровню профессиональных знаний и квалификации производственного и управленческого персонала строительной отрасли, а также специалистов, занятых научно-исследовательскими разработками и проектной деятельностью.

**Реализация инновационных подходов в строительном производстве** ускоряет внедрение новых технологий и оборудования, повышает качество планирования и организации производственно-строительного цикла и процесса принятия управленческих решений. Привлечение инвестиций в российскую строительную индустрию приводит к совершенствованию знаний и наработке практического опыта.

# Дефиниции автоматизация, цифровизация, цифровая трансформация и цифровая экономика. Разграничение смежных понятий

1. Автоматизация (процесс перехода)	2. Цифровизация (процесс перехода)	3. Цифровая трансформация (процесс перехода)	4. Цифровая экономика
Внедрение информационных технологий в повторяющиеся, рутинные технологические процессы	Модернизация существующих технологий с помощью IT-решений;  Реинжиниринг процессов (цифровой инжиниринг);  Анализ больших данных для принятия решений	Интеграция возможностей цифровых (сквозных) технологий и традиционных сфер деятельности – появление новой продукции и процессов с принципиально новыми качествами;  Резкое снижение транзакционных издержек с помощью цифровых платформ	Оцифрованная, переведенная в мир чисел, объективная и субъективная окружающая реальность (цифровые двойники физических и юридических лиц);  Оборот цифровых активов, цифровых объектов и применение цифровых валют

**Федеральный закон № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 31 июля 2020 г.**



## Процесс трансформации информационных технологий



Громоздкие и трудоёмкие электронно-вычислительные машины	Высокопроизводительные мобильные устройства (планшеты, смартфоны)	Полная доступность телекоммуникационных вычислительных мощностей
Простейшие изолированные компьютерные программы и программное обеспечение	Структурированное программное обеспечение, расширяемые приложения, применение стандартных протоколов и компонентов	Непрерывная разработка и тестирование нового возможностей программного обеспечения
Текстовый интерфейс в виде командной строки	Лаконичный, эффективный, интуитивно понятный дизайн мобильных приложений	Вовлечение в глобальное информационное пространство всех групп потребителей и пользователей
Оффлайн-продажи программного обеспечения на физических носителях	Онлайн-продажи и маркетплейсы приложений и программного обеспечения	Новые модели монетизации и ускорение обновления приложений
Простые прикладные расчёты	Полная автоматизация крупных компаний	Проектирование и развитие комплексных программных решений, полная роботизация

## Основные дефиниции

**Цифровизация** – это процесс перехода к использованию нового способа хранения и обработки больших баз данных (Big Data), открывающий для человечества новые возможности и перспективы.

**Оцифрованные данные** – это данные, имеющие либо чёткий характер и подлежащие кластеризации и кодированию, либо нечёткий характер – данные, подлежащие анализу с применением алгоритмов расчетов (Big Data).

Систематизированные данные становятся **информацией**.

Обработка больших массивов данных (Big Data) и применение результатов анализа позволяют существенно повысить эффективность производственных процессов, технологий, организации всей общественной жизни, а также системы управления крупным городским пространством.

**Цифровая экономика** – это производственно-хозяйственная деятельность, в которой основополагающим элементом являются большие данные в цифровом виде.

## Предпосылки к внедрению сквозных технологий

- В цифровой среде создаются предпосылки и условия для экспоненциального роста количества вычислений в единицу времени, что является главным фактором для перехода на качественно новый этап экономического развития – этап широкого распространения цифровых сквозных технологий.
- Современные цифровые технологии (сквозные технологии) предполагают тотальную вовлеченность экономических агентов в процесс цифровой трансформации. На данном этапе наибольшее распространение данных технологий наблюдается в решении задач коммуникации, оказания услуг, эффективного управления логистики и цепочками поставок (с англ. Supply Chain Management, SCM – буквально управление цепочками поставок).

### **К сквозным технологиям относятся:**

- Системы и алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ);
- Автономная робототехника;
- Интернет вещей (Промышленные интернет вещей);
- Big Data;
- Smart-технология;
- Облачные вычисления;
- Цифровое моделирование
- BIM-технология;
- Аддитивные технологии;
- Нанотехнология;
- Дополненная реальность;
- Интеграционные системы;
- Кибербезопасность

## Основные дефиниции

- **Интеллект (пер. с лат. Intellectus)** – это ощущение, восприятие (разумение, понимание, понятие, рассудок), или ум – это качество человеческой психики, состоящее из способности приспосабливаться к новым ситуациям, к обучению и запоминанию на основе опыта, пониманию и применению абстрактных концепций, и использованию своих знаний для управления окружающей средой.
- **Интеллект** – это общая способность к познанию и решению проблем и трудностей, которая объединяет все познавательные способности человека: ощущение, восприятие, память, представление, мышление, воображение и т.п..

Понятие искусственного интеллекта не является концептуально новым. Впервые данный термин появился еще в середине 50-х годов XX века, точнее, в 1956 году, на конференции Дартмутского университета, на которой американский информатик Дж. Маккарти обозначил этот термин и дал ему точное и емкое определение.

**Искусственный интеллект** – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом – понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т. д.

**Искусственный интеллект является наукой о создании интеллектуальных машин и компьютерных программ**

## Основные дефиниции

**Интернет вещей** (пер. с англ. Internet of Things, IoT) – это совокупность большого количества взаимосвязанного технологического информационного оборудования (сенсоров, приборов учета, различных датчиков и т.п.), соединенных проводными и беспроводными каналами связи, подключенными посредством мобильных операторов связи к сети Интернет, позволяющая осуществить полную интеграцию физических производственно-экономических процессов с виртуальной средой цифровых устройств, компьютерного оборудования, и сквозных цифровых технологий.

**Промышленный интернет вещей (ПИВ)** – это комплексная система, которая обеспечивает автоматическое управление производственно-экономическими процессами компаний через всемирную сеть Интернет на основе автоматизированных и роботизированных алгоритмов при помощи программного обеспечения на базе искусственного интеллекта (ИИ).

В Интернете вещей доступно применение межмашинного взаимодействия (Machine-to-Machine – M2M) – набора компьютерных (машинных) технологий, позволяющих оборудованию, связанному специальным программным сенсорами, датчиками и оснащением, осуществлять обмен информацией.

Примером может служить множество проводных и беспроводных датчиков, передающих в единый информационный центр потоки данных, и информацию между собой. Концепция Интернета вещей (Internet of Things, IoT) – это инновационная концепция, позволяющая осуществлять и расширить возможности межмашинного взаимодействия в глобальной сети.

## Специфика Интернета вещей

Технологические возможности	Позитивные последствия
Сбор, обработка, хранение и анализ в режиме реального времени гигантских объемов данных	Повышение эффективности процессов, существенное сокращение труда человека, снижение рисков ошибок, связанных с человеческим фактором
Создание больших данных (Big Data)	Кардинальная смена социально-экономической парадигмы производства и бизнеса
Значительное сокращение потребляемых ресурсов (временных, сырьевых, трудовых, финансовых)	Существенное снижение транзакционных издержек и повышение социально-экономической эффективности процессов
Возможность удаленного применения технологического оборудования и программного обеспечения	Осуществление деятельности в труднодоступных местах или в опасных для человека условиях.

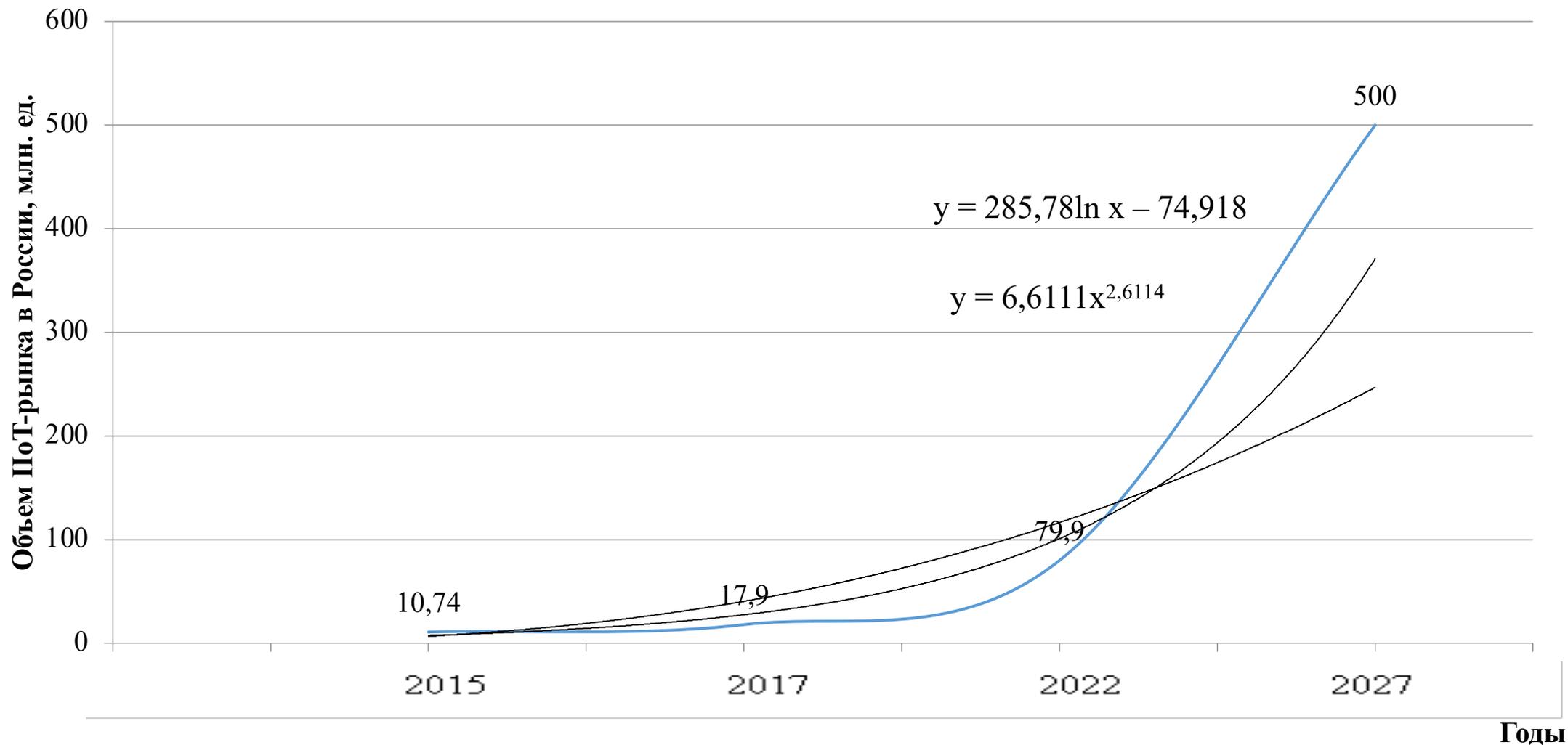
## Ключевые принципы реализации концепции Промышленного интернета вещей

Принцип	Сущность	Положительные последствия применения
Первый	Сбор, обработка, хранение и анализ больших данных	Сокращение труда человека, повышение производительности, сокращение количества ошибок
Второй	Экономия ресурсов и электроэнергии	Сокращение издержек
Третий	Возможности удалённого применения IIoT-оборудования	Использование в труднодоступных для человека местах и условиях

## Принципы работы Промышленного интернета вещей

Уровень	Сущность	Комментарий
Первый	Сбор данных	Сбор данных с различных IIoT-устройств
Второй	Передача данных	Передача данных между устройствами и на центральный сервер
Третий	Хранение больших данных (Big Data)	Обработка и хранение данных в форме информации
Четвёртый	Обработка и представление собранной информации	Визуализация Big Data в форме, понятной для человека
Пятый	Принятие IIoT-решений	Графические интерфейсы для принятия решений человеком или искусственным интеллектом

# Динамика применяемого оборудования в Промышленном Интернете вещей в России (уравнения тренда)



## Ключевые достижения применения Промышленного Интернета вещей к 2024 году

<p>Повышение уровня достоверности и доступности информации и данных во всех сферах и направлениях</p>	<p>Формирование отраслевого заказа</p>	<p>Дальнейшее развитие информационных технологий</p>
<p>Совершенствование логистических цепочек и транспортной деятельности</p>	<p><b>Промышленный Интернет вещей</b></p>	<p>Создание единой платформы управления производством и бизнес-процессами</p>
<p>Переход на стандартные отраслевые модели и критерии оценки эффективности</p>		<p>Создание рынка аналитических продуктов, независимость от поставщика услуг аналитических платформ</p>
<p>Оценка и управление рисками на основе компьютерного моделирования</p>		<p>Повышение уровня роботизации</p>
<p>Снижение цены ресурсов</p>	<p>Накапливание отраслевого опыта</p>	<p>Снижения уровня техногенных угроз</p>

## Ключевые достижения применения Промышленного Интернета вещей к 2024 году

- В рамках решения проблемы разработки и **строительства новых информационных объектов** для организации сбора и хранения больших данных, а также применения облачных технологий, авторами данного исследования предлагается бизнес-идея создания Data-центра (Центра хранения и обработки больших данных).
- В текущих экономических условиях Центра обработки данных (ЦОД) – это один из специфических **видов недвижимого имущества** для размещения серверного и сетевого оборудования, а также подключения абонентов к каналам глобальной сети Интернет. Следует отметить, что в условиях цифровой трансформации и развития цифровой экономики Data-центры являются необходимыми информационными инструментами, без которых крупные российские компании сферы высоких технологий не могут осуществлять свою деятельность.
- Основная бизнес-идея состоит в сдаче в аренду производственных мощностей IT-гигантам и флагманам IT-индустрии, в результате чего Data-центры приобретают выгоду от тенденции роста цифровой экономики, в частности, развития облачных вычислений, социальных сетей, алгоритмов искусственного интеллекта, электронной коммерции и онлайн-видео. Наиболее яркими примерами являются такие иностранные компании, как Google, Microsoft и пр.

## Содержание разделов бизнес-плана строительства Data-центра

№ п/п	Наименование раздела	Основное содержание
1	Резюме	Сущность предполагаемого проекта и место реализации; основные показатели эффективности реализации проекта; предполагаемые характеристики кредитных ресурсов
2	Маркетинговый план	Анализ спроса и рынка; характеристика рынка; целевая клиентская аудитория; оценка ожидаемой конкуренции; определение маркетинговых целей; маркетинговая концепция, тактика маркетинга; план продаж и продвижения
3	Организационный план	Организационная структура; штатное расписание; основные обязанности ведущих сотрудников
4	Технологический план	Проектно-сметная документация и план возведения Data-центра
5	Производственный план	Оценка помещения; оборудования; обоснование текущих расходов; анализ расходных материалов
6	Финансовый план	Составление прогнозных бюджетов доходов и расходов; прогнозного баланса, бюджета движения денежных средств; финансовых потоков для финансового планирования
7	Инвестиционный план	Формирование денежных потоков для построения финансового профиля проекта
8	Оценка эффективности инвестиций	Расчёт чистой приведенной стоимости (NPV); внутренней нормы доходности (IRR); дисконтированного срока окупаемости; индекса доходности, точки безубыточности
9	Оценка рисков и проверка проекта на чувствительность	Выявление общих и специфических рисков (организационных, экономических, экологических, финансовых, технологических); проведение оценки чувствительности проекта на изменение факторов: повышение суммы инвестиций не менее, чем на 20%; снижение выручки на 205%; повышение текущих издержек на 20%; увеличение цены кредита в 2 раза; увеличение сроков недополучения прибыли
10	Общее заключение об эффективности бизнес-плана	Бизнес план признаётся эффективным, если: $NPV > 0$ ; $IRR >$ ставки дисконтирования; дисконтированный срок окупаемости $<$ срока жизни инвестиций; индекс доходности $> 1,0$ ; точка безубыточности $\rightarrow \min$

## Основные риски при строительстве Data-центра

№ п/п	Вид риска	Сущность	Комментарий
1	Высокий объём инвестиционных затрат	Размер единовременных капитальных вложений зависит от технических возможностей, требований и ожиданий. Как правило, срок окупаемости 1-1,5 года, численность обслуживающего персонала	В апреле 20215 года компанией Google запущен Data-центр площадью свыше 15 тыс. м <sup>2</sup> . Сумма инвестиций составила более 600 млн долл. США,
2	Поиск места расположения, необходимость переоборудования и ремонта помещения	Соответствие достаточно жёстким требованиям по мощностям, срокам заключения договоров, техническим характеристикам помещения, чистоте помещений, наличию кондиционеров	Процесс поиска места расположения и заключения договора аренды может составлять свыше одного года
3	Квалификация технического персонала	Высокая потребность в инженерах и архитекторах информационных систем	Необходимость наличия накопленного практического опыта
4	Потребность в колоссальных энергетических мощностях	Возможность подключения электричества с мощностью от 300 кВт (для небольшого ЦОД) и до 600 кВт для ЦОД с 60 серверными стойками	Суммарная мощность кондиционеров – не менее 150 кВт.

## Концепция Smart City

**Smart City** – это интегральная политэкономическая система управления городской инфраструктурой, базирующаяся на инновационном (информационном) подходе, реализующая принципы энергосбережения и энергоэффективности реализации производственно-хозяйственных процессов, позволяющая повысить собственную производительность города и его конкурентоспособность, а также сформировать удобную для жизни горожан среду обитания и инфраструктуру, позволяющую прогнозировать и минимизировать возможные рисковые события.

**Концепция «Smart City»** успешно внедрена и реализуется в таких странах, как Сингапур («Смарт Нация»), США, Канада, Япония, Испания, Франция, Марокко, Нидерланды, Финляндия, Китай, ОАЭ, Южная Корея, Казахстан.

Данная концепция в России принята **в 200 российских городах**, в частности, Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Сарове и т.д.

**Мэрией Екатеринбург** с 4 марта 2018 года взят курс на реализацию идеи **Smart City**

## Концепция Smart City: немного статистики

В рейтинге безопасных городов **Safe Cities Index 2021** г. Москва занимает 38 место из 60. По сегментам рейтинга:

- «Цифровая безопасность» — 34-е место
- «Безопасность в области здравоохранения» — 28-е
- «Безопасность инфраструктуры» — 34-е
- «Личная безопасность» — 47-е
- «Экологическая безопасность» — 45-е

## Основные элементы Smart City

1. **«Умное» (электронное) правительство**, вовлекающее народонаселение в процесс принятия стратегических планов развития города и стратегические решения.
2. **«Умная» экономика** (информационная, цифровая экономика, которая представляет собой соединение предпринимательской среды, адаптирующую к быстроменяющимся внешним и внутренним факторам функционирования, гибких мобильных рынков труда и т.п.
3. **«Умная» организация жизни в городе** с внедрением информационных технологий в учреждения здравоохранения, культурные объекты и образовательные центры.
4. **«Умное» сохранение окружающей среды**, основанное на принципах экономии природных ресурсов, борьбы с загрязнением, а также устойчивого развития экономики страны.
5. **«Умная» безопасная транспортная и информационная инфраструктура**, повышающая доступность города в целом и входящих в него районов для отдельных индивидов извне.
6. **«Умный» человеческий капитал**, признание прав, открытость создания, космополитизм.

## Прогнозирование состояния рынка труда

Временные периоды			
2020-2025 годы		2030-2035 годы	
Автоматизация и оптимизация рынка труда	Высвобождение рабочих мест	Дальнейшая трансформация рынка труда, международный аутсорсинг, снижение стоимости рабочей силы	
Появление новых рабочих мест	Государственные меры по созданию «новой занятости»	Компенсация «новой занятостью» сокращенных рабочих мест не более чем 50%	Применение роботов на 20-50% рабочих мест
<b>Когнитивные и сквозные технологии</b>	Сокращение оплаты труда оставшихся сотрудников		Вытеснение искусственным интеллектом творческих профессий
Специалисты по IT-технологиям, Big Data, робототехнике, алгоритмам искусственного интеллекта	Сокращение 10-30% рынка труда с регламентируе-мыми и алгоритмизируе-мыми процессами	Превосходство машин в ряде профессий	В зоне риска – сельскохозяйствен-ная местность, моногорода, малые и средние города
Процессы старения населения	Увеличение потенциально активной экономической жизни человека на 10-15%	Внедрение новых медицинских технологий, рост средней продолжительности жизни	Рост дефицита пенсионных фондов

## Ожидаемые эффекты трансформации внешних и внутренних процессов в системе охраны труда в строительной отрасли

Прогнозирование эффектов	→	Позитивные последствия
Существенное сокращение числа бумажных документов, журналов		Переход к использованию юридически значимых цифровых записей в информационной системе
Развитие межведомственной интеграции органов государственной власти		Совместное использование данных из единой системы, исключение излишней отчетности
Автоматические проверки системы охраны труда		Проведение проверок в информационной системе
Оптимизация организационной структуры предприятий и компаний		Автоматизация бизнес-процессов
Формирование прозрачной системы взаимодействия		Повышение эффективности управленческих решений
Специальная оценка условий труда с гарантией результата		Определение необходимости гарантий и компенсаций работникам

# Применение «умных» средств индивидуальной защиты в строительстве

№ п/п	Наименование СИЗ	Применяемые технологии	Эффективность
1	Защитные каски	Аддитивные технологии, композитные материалы, 3D-печать	Устойчивость к разного рода излучениям, воздухопроницаемость, малый вес (400-500 гр.)
2	Респираторы с вентиляторами	Системы регулирования подачи воздуха под каску	Существенное облегчение дыхания, особенно в движении
3	Специальная одежда	«Умная» одежда из углеродного волокна	Контроль температуры тела при изменении температуры в помещении или на улице
4	Сенсорная куртка	Применение «умных» материалов из токопроводящих нитей	Ответ на вызов мобильного телефона, получение сигнала от оператора или задачи от руководителя, информирование о скором завершении смены или получение оповещения
5	«Умная» рабочая обувь	Встраиваемые микропроцессоры, датчики, устройства движения и аккумуляторы	Система защиты от падения, использование датчиков отслеживания траектории движения
6	«Умный» щиток защитный лицевой	Технология онлайн-управления	Возможность управлять приложениями, смотреть видео, отслеживать навигацию, делать фотографии и видеоролики и отправлять их напрямую диспетчеру, обучение и наблюдение за деятельностью работника в режиме реального времени, обучать его и внимательно следить за процессом в формате 3D-картинки, выводимой на большой экран. Для слабовидящих рабочих – возможность использовать функциональную часть сетчатки глаза для отображения картины окружающей среды
7	Рабочая одежда, контролирующая здоровье	Встроенные беспроводные электроды и сенсоры, смартфоны, системы искусственного интеллекта	Круглосуточный мониторинг данных электрокардиографии, сердцебиения, давления и дыхания человека. Возможность передачи медицинскому работнику информации о сотруднике, анализ состояния через системы искусственного интеллекта
8	Специальные «умные» носки	Встроенная электроника, мобильное приложение	Мониторинг скорости перемещений рабочего, определение оптимального направления движения и рационального маршрута на территории предприятия
9	«Вечная» «умная» обувь	Применение графена	Высокий уровень эластичности и износостойчивости.

## Применение новейших информационных технологий в строительстве.

- На фазе цифровой трансформации применяются такие новые подходы и современные инструменты, обеспечивающие безопасность и охрану труда работников, как **Интернет вещей** – системы интегрирующей специальные датчики, сенсоры и контроллеры, средства передачи данных и их визуализации, аналитические инструменты интерпретации полученной информации, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), видеоаналитику, машинное обучение, виртуальные тренажеры и т.п.
- Кроме того, применяются **«умные» средства индивидуальной защиты (СИЗ)**, оборудованные специальными средствами связи. Сенсоры позволяют использовать базовые технологические решения мониторинга безопасного поведения в рабочей среде, а также выявлять экстренные ситуации для оперативного реагирования. В устройства встраиваются тревожные кнопки SOS, датчики падения, бега, нахождения в неподвижном состоянии, пребывания в опасной зоне и прочие «умные» решения.
- «Умные» средства индивидуальной защиты оценивают показатели активности работника, его физическое состояние и нагрузку на него (количество шагов, пройденное расстояние в метрах, число активных, пассивных и общих калорий). Кроме того, осуществляется контроль таких показателей здоровья человека, как электрокардиография, вариабельность сердечного ритма, артериальное давление, пульс, температура и сатурация.
- Получаемые данные о здоровье работника агрегируются, сопоставляются с информацией, хранящейся в ERP-системах – системах программного обеспечения, способствующих управлению различными аспектами бизнес-процессов.
- На основе обобщений и систематизации полученных данных осуществляются различные направления аналитической работы.
- Кроме того, осуществляется активное внедрение системы видеонаблюдения с использованием **беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)**, позволяющей осуществлять видеофиксацию местности и событий, а также формировать массивы данных для распознавания чрезвычайных ситуаций и опасных действий. Еще одним важным условием безопасности сотрудников наиболее опасных производств – это использование «умных» средств индивидуальной защиты. В цифровизации охраны труда используются технические инновации, такие как «умные» каски или системы видеонаблюдения на основе нейронных сетей.

## Зарубежные инновационные строительные технологии

№ п/п	Название технологии и концепции	Страна / город	Краткое описание
1	Многоэтажные здания из дерева	Великобритания, Лондон	Строительство зданий до 30 этажей, сокращение сроков строительства (до 28 дней), снижение количество рабочих, сокращение перечня используемого оборудования
2	Технология строительства деревянных домов Naturi	Австрия	Профилированные тонкомерные стволы дерева, позволяет возвести любую конструкцию. Цель – использование низкокачественного сырья
3	Дом из строительного мусора	КНР, провинция Цзянсу, Наньтун	Печать на 3D-принтере, размером 150x10x6 метров, производительность принтера – 10 домов в сутки. Себестоимость – не более 5 тыс. долл.
4	Дом из биопластика, аддитивные технологии	Голландия, Амстердам	Печать элементов на 3D-принтере, монтаж конструкций по принципу конструктора LEGO
5	«Летающие» дома	Япония	Применение нагнетательного компрессора при устройстве фундамента, повышенная сейсмоустойчивость
6	Дома из контейнеров	Южная Корея, Голландия, Франция	Снижение затрат на строительство, вторичное использование морских контейнеров
7	Ледяные отели	Финляндия, Швеция	Применение более 60 лет, колоссальное снижение стоимости строительства
8	Мобильные экодома	Швеция, Португалия	Применение различных технологий и полная энергетическая автономность
9	«Зеленые» дома	Италия, Голландия	Использование открытых террас-балконов под висячие сады
10	Smart City	ОАЭ, Абу-Даби, Дубай	Повышенная комфортность и энергоэффективность

№ п/п	Название технологии	Краткое описание
1	Монолитно-каркасное строительство	Создание единой целостной строительной конструкции с помощью технологии возведения монолитного бетонного каркаса с применением съемной опалубки
2	Полносборное крупнопанельное строительство нового типа	Применение принципа конструктора LEGO – комбинированное соединение типовых строительных конструкций в целях возведения разнообразных по структуре сооружений
3	Применение несъемной опалубки	Применение армированной несъемной опалубки из полистирола или древесины и формирование монолитных железобетонных конструкций
4	Комбинирование заводских сборных строительных конструкций с монолитным домостроением	Сочетание стеновых панелей и других заводских типовых конструктивных элементов и монолитного железобетонного каркаса
5	Технология легких стальных тонкостенных строительных конструкций	Соединение стального несущего каркаса и готовых конструктивных элементов
6	Технологии строительства купольных домов без гвоздей (г. Владивосток)	Уникальное применение новых конструкций замков между элементами деревянного сферического каркаса
7	Комплекты для малоэтажного домостроения	Полный набор конструкций, комплектующих элементов и материалов для возведения индивидуальных и многоквартирных жилых домов «под ключ»

№ п/п	Материалы	Краткое описание	Основные достоинства
1	Фибра	Волокна, добавляемые в бетон, пено- и газобетон, полистеролбетон, строительный раствор, сухие строительные смеси и пр.	Повышение физико-механических свойств строительных материалов, высокая адгезия к цементу, прочное встраивание в матрицу бетона
2	Углепластик	Полимерный композиционный материал, получаемый из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных смол	Высокий уровень показателей прочности и жесткости, малая масса
3	Торфоблоки	Переработанный торф в виде пасты в качестве связующего вещества наполнителей (древесных опилок, стружки и соломы)	Повышенные тепло- и звукоизоляционные свойства
4	Утепленные стеновые ЖБИ-панели	Трехслойная железобетонная панель с пенополистирольным утеплителем	Ускорение процесса монтажа, снижение стоимости конструкции за счет «встроенного» утеплителя
5	Стекломагнезитовый лист	Плиты, произведенные на основе оксида магния, хлорида магния и стекловолокна	Прочный, гибкий, влагостойкий и огнеупорный отделочный материал
6	Микроцемент	Мелкоструктурный цемент с добавлением различных по составу и свойствам полимеров и красителей	Защитный и декоративный материал с высокими прочностными характеристиками
7	Инфракрасные греющие панели	Лист гипсокартона с электропроводящей углеродной нитью в качестве нагревателя	Равномерное распределение тепла и сохранение влажности воздуха
8	Эковата	Целлюлозный утеплитель, на 80 % состоящий из вторично переработанной бумаги	Биостойкий и экологически чистый тепло- и звукоизоляционный материал
9	Кирпич-хамелеон	Светопоглощение при помощи вертикальных бороздок	Инновационный отделочный материал
10	Нанобетон	Бетон с добавлением наночастиц оксида кремния, диоксида титана, углеродных нанотрубок	Бетоны разной плотности с повышенными характеристиками прочности и огнестойкости, а также энергосберегающими свойствами

## Применение BIM-технологии в России

В процессе управления проектами по возведению сложных, насыщенных сетью коммуникаций и оборудованием, технологических строительных объектов возникает ряд проблем. При реализации комплекса расчетов по проектам со многими практическими задачами, связанными с выбором материалов и конструкций, а также с обоснованием объемов капиталовложений и затрат, применяется такой вид информационных технологий, как BIM-моделирование (**Building Information Modeling**). Благодаря применению BIM-технологии исключаются ошибки на стадии проектирования объекта, повышается эффективность взаимодействия всех участков производственного процесса, сокращается стоимость и сроки строительства, а также минимизируются различные производственные и финансовые риски.

**BIM-технология** – это программный продукт, который позволяет создавать модель всего здания в виде комплекса полной графической и текстовой информации. Система состоит из пяти базовых уровней, характеризующих весь процесс разработки объекта от концепции до фактического состояния.

На различных стадиях разработки изменение уровня детализации позволяет получить необходимый объем информации. Основная технология, которая применяется в данной системе – это разработка трехмерной 3D-модели объекта. В зависимости от задач, которые необходимо решить в процессе работ, система добавляется дополнительными векторами, к примеру, 4D – время, 5D – стоимость, 6D – эксплуатация.

**Основными преимуществами BIM-моделирования** являются:

- возможность пополнения баз данных нетиповыми элементами и обозначениями;
- преимущество совместной работы различных участников инвестиционного проекта;
- возможность поиска коллизий и ошибок, и, как следствие, своевременного их устранения;
- возможность создания любого вида проектно-сметной и бухгалтерской документации;
- наличие функции параметризации, т.е. моделирования объектов с помощью параметров элементов модели и соотношений между ними.

**Конечный продукт применения BIM-технологии** – это численная, редактируемая и существующая в реальном режиме времени модель возводимого объекта.

Применение BIM-моделирования, несмотря на достаточно высокую стоимость компьютерной системы, является для российской строительной отрасли одним из перспективных направлений применения информационных технологий благодаря возникновению **следующих тенденций**:

- реализация крупных и сложных мега-проектов;
- внедрение принципов энергоэффективности, а также осуществление перехода на инновационные энергосберегающие технологии;
- управление объектами государственной собственности на основе современных информационно-технологических решений;
- развитие механизмов государственно-частного партнерства, требующего двухсторонних моделей привлечения инвестиционных ресурсов.

## Применение роботов в строительстве

Среди основных технологических достижений в строительной отрасли можно выделить следующие виды роботов:

- Роботы для демонтажа;
- Роботы для 3D-печати;
- Роботы-дроны;
- Сварочные роботы;
- Роботы-экзоскелеты;
- Роботы для кладки кирпичей;
- Роботы для дорожных работ;
- Роботы-погрузчики.

# Будущее строительной робототехники в России

**1) разработка новых роботов**, способных выполнять более сложные и точные задачи.

Например, роботы могут быть использованы для создания сложных архитектурных форм или для выполнения работ на высотных зданиях;

**2) развитие программного обеспечения для роботов.**

Сегодня существуют программы, которые позволяют роботам самостоятельно перемещаться по строительной площадке и выполнять различные задачи. В будущем эти программы станут еще более сложными и позволят роботам работать в условиях, когда человек не может выполнить работу самостоятельно;

**3) развитие систем взаимодействия между роботами и человеком.**

Сегодня существуют роботы, которые могут работать вместе с людьми на строительной площадке, помогая им в выполнении задач. В будущем роботы будут способны работать не только с людьми, но и друг с другом, выполняя более сложные задачи, такие как строительство высотных зданий или мостов;

**4) развитие систем управления роботами.**

Сегодня применяются системы дистанционного управления, но в будущем возможно создание роботов, которые смогут работать самостоятельно, используя искусственный интеллект и машинное обучение.

# Проблемы широкого внедрения алгоритмов искусственного интеллекта в строительстве

**Ограничивающими факторами**, тормозящими процесс внедрения ИИ в инвестиционно-строительную сферу, являются:

**во-первых**, определенная несовместимость систем проектирования, логистики и сбора данных. Решение указанной проблемы видится в интеграции источников разнородных данных на единой цифровой платформе для накопления, хранения и использования различного рода информации строительных компаний.

**во-вторых**, серьезным ограничением использования решений ИИ в строительстве является высокая сложность и уникальность отдельно взятого строительного объекта, включая уникальность характеристик проектирования оснований зданий и сооружений, а также природно-климатических условий возведения типовых и инновационных объектов.

**в-третьих**, высокая стоимость использования автономных транспортных средств, средств робототехники и беспилотников. В этой связи преимущества применения систем ИИ могут быть получены достаточно крупными и финансово устойчивыми строительными компаниями.

**Искусственный интеллект и машинное обучение** в строительной отрасли имеет практически неограниченный потенциал применения.

Внедрение систем генеративного проектирования, автономной строительной техники и роботов позволит в будущем повысить эффективность строительного производства, уровень безопасности и качества. Для эффективного использования алгоритмов ИИ в строительстве необходимо накопление критических массивов данных по различным строительным объектам и интеграция различных информационных систем.

- Быков И.А. Искусственный интеллект как источник политических суждений // Журнал политических исследований. 2020. Т. 4. № 2. С. 23-33.
- Городнова Н.В. Цифровая трансформация: возможности применения сквозных технологий в проектах цифрового инжиниринга // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 1. С. 173-192.
- Городнова Н.В. Индустриальный интернет вещей в России: сущность и перспективы // Вопросы инновационной экономики . 2022. Т. 12. № 3. С. 1503-1522.
- Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта и нанотехнологий в инвестиционно-строительной сфере России / Вестник НГУЭУ. 2021. № 3. С. 81-95.
- Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта в проектах Smart-экология // Дискуссия. 2021. № 2-3. С. 34-48
- Гребеньщикова Е.В. Комплексный подход к реализации концепции Smart City: опыт европейских и российских городов // Города и местные общества. 2017. Т. 2. С. 112-122.
- Данилина Н.В. Применение BIM-технологий на стадии градостроительного проектирование // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 9. С. 48-54.
- Дудин М.Н., Шкодинский С.В. Тенденции, возможности и угрозы цифровизации национальной экономики в современных условиях // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 3. С. 689-714.
- Егоров А.Н., Шприц М.Л., Нагманова А.Н. Инновационность в строительной сфере экономики как инструмент снижения стоимости, сокращения сроков и повышения качества // Проблемы современной экономики. 2011. № 3 (39).
- Ериза К. Успешная практика внедрения BIM-технологий // САПР и графика. 2017. № 8 (250). С. 12-16.
- Жилин В.В., Сафарьян О.А. Искусственный интеллект в системах хранения данных // Вестник Донского государственного технического университета. 2020. Т. 20. № 2. С. 196-200.
- Ильвицкая С.В., Лобкова Т.В. «Зеленая» архитектура жилища и Green BIM технологии // Архитектура и строительство России. 2018. № 1 (225). С. 108-113.
- Пищулев А.А., Блинкова Е.В., Макарова Ш.Н. Повышение качества бетонных работ путем применения полимерных материалов для изготовления индивидуальных опалубочных систем и BIM технологий // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8. № 3 (32). С. 18-21.
- Рыбин Е.Н., Амбарян С.К., Аносов В.В., Гальцев Д.В., Фахротов Н.А. BIM-технологии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. № 9. С. 98-105.
- Эрк А.Ф., Судаченко В.Н., Тимофеев Е.В. Интеллектуальные энергосберегающие технологии с использованием возобновляемых источников энергии // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 98. С. 247-257.
- Marzouk M., Azab S., Metawie M. BIM-based approach for optimizing life cycle costs of sustainable building // Journal of Cleaning Production. 2018. Vol. 188. pp. 217-226.
- Meng H., Shuang H. Application of BIM technology in dispatching building project // Journal of Advanced Oxidation Technologies. 2018. Vol. 21. No. 2. AN 20187426.
- Pruskova K., Kaiser J. Implementation of BIM Technology into the Design Process Using the Scheme of BIM Execution Plan // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. No. 471. pp. 022019. DOI:10.1088/1757-899X/471/2/022019.
- Wei Li. Application of BIM technology in construction bidding / 1st International Global on Renewable Energy and Development (IGRED 2017). IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2017. No. 100 (012 178). pp. 1-4. DOI: 10.1088/1755-1315/100/1/012178.
- Zhou H., Sun J., Wu Y., Chen H. Research on BIM Application in Construction Based on the Green Building Idea // International Conference on Humanities and Advanced Education Technology (ICHAET 2018). 2018. pp. 705-708. DOI: 10.12783/dtssehs/ichae2018/25725.

**БЛАГОДАРИЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**



XV Академические чтения, посвященные памяти  
академика РААСН Осипова Г.Л.

Научно-практическая конференция «Перспективы использования  
искусственного интеллекта в градостроительной деятельности»,  
Москва, 2 – 3 июля 2024 г.

**Модераторы:**

Валерия Мозганова, Радиостанция Business FM, руководитель отдела  
«Недвижимость»

Евгений Карант, НИИСФ РААСН, ведущий инженер

Полный список докладов доступен на сайте ЦифраСтрой по ссылке

<https://cifrastroy.ru/news/buduschee-iskusstvennogo-intellekta-v-gradostroitelstve>