

## Современное состояние и перспективы развития высокотехнологичных промышленных систем на основе мобильной широкополосной связи 5-го поколения

*С.Н. Гончаренко, И.Р. Радимов*

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»*

**Аннотация:** В работе рассмотрено текущее состояние рынка промышленного Интернета вещей (Industrial Internet of Things – IIoT) в России и в мире, основные области его применения, а также перспективы и вызовы, с которыми предстоит столкнуться бизнесу и промышленным предприятиям на пути внедрения этой технологии. Особое внимание уделено преимуществам внедрения IIoT, таким как повышение производительности, снижение издержек, улучшение безопасности и прозрачности процессов. Обсуждаются барьеры, характерные для российского рынка, включая вопросы кибербезопасности, совместимости оборудования и значительные начальные затраты. Приведены примеры успешных реализаций технологий IIoT в различных отраслях, таких как нефтегазовая промышленность, логистика и химическое производство. Сделан акцент на необходимости государственной поддержки и адаптации нормативной базы для ускорения внедрения. В статье подчеркивается значимость комплексного подхода к реализации IIoT, включая использование международного опыта и консолидацию усилий для развития цифровой экономики в условиях глобальных и локальных вызовов.

**Ключевые слова:** промышленный интернет вещей, индустрия 4.0, 5G, автоматизация производства, цифровая трансформация.

В современном мире промышленность переживает очередную технологическую революцию, вызванную стремительным развитием Интернета вещей. Промышленный Интернет вещей (Industrial Internet of Things – IIoT) представляет собой интеграцию интеллектуальных устройств, датчиков и аналитических систем в производственные процессы, что позволяет собирать и анализировать данные в реальном времени, улучшать операционную эффективность, снижать издержки и повышать уровень автоматизации [1, 2].

IIoT уже сегодня активно внедряется в такие отрасли, как производство, энергетика, транспорт и сельское хозяйство, создавая условия для новых бизнес-моделей и подходов к управлению.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, такие как повышение производительности и качества продукции, компании сталкиваются с рядом

вызовов, включая вопросы кибербезопасности, совместимости оборудования и высокой стоимости начального внедрения. Эти проблемы делают обсуждение состояния рынка ИИТ и его перспектив особенно актуальным.

Последние годы ввиду внешних политических и экономических факторов развитие ИИТ и технологий экосистемы 5G на внутреннем российском рынке сильно замедлилось [3]. Эффективное массовое внедрение возможно на базе всестороннего анализа отечественного и зарубежного опыта.

В статье [4] о цифровой трансформации промышленных предприятий Китая автор заявляет о начале новой эпохи «5G + Промышленный Интернет» и производит анализ ее значения для промышленности и экономики. Автор приводит прогноз уровня цифровизации предприятий в Китае по состоянию на 2022 год: уровень цифровизации производственного оборудования на китайских предприятиях в 2022 году составит 57,98%, а уровень цифровизации ключевых процессов – 55,7%, в то время как уровень готовности умного производства составляет всего 14,6%. По мнению автора это свидетельствует о больших возможностях для создания промышленных интернет-платформ и необходимых для них технологий.

В статье [5] рассмотрены проблемы и перспективы внедрения сетей пятого поколения в России, а также варианты антикризисных мер. По мнению авторов начать полномасштабное внедрение 5G помогут административные и управленческие решения, в том числе меры по перераспределению диапазона частот. При этом автор считает, что унификация аппаратных решений с предыдущим поколением сетей в данном случае не принесет существенной выгоды, а развертывать сети нового поколения стоит с нуля. Основной мотивацией внедрения 5G должна стать оптимизация расходов промышленных предприятий при развертывании на базе сетей пятого поколения ИИТ-систем.

---

Возможностям развития современных 5G сетей посвящена статья [6]. По мнению авторов, полномасштабная реализация сетей пятого поколения усложняется, в первую очередь, состоянием российской международной экономики и различными возникшими экономическими барьерами, а помимо закупки аппаратных решений для развертывания сетей пятого поколения необходимо закупать и абонентские устройства, которые также затруднительно получить в условиях экономических барьеров. Помимо уже упомянутых сценариев использования сетей пятого поколения, авторы также заявляют о перспективности направления облачных услуг, виртуальной и дополненной реальности.

В статье [7] о становлении мирового рынка промышленного интернета вещей авторы приводят множество прогнозов аналитических изданий, согласно которым на этом рынке ожидается стремительный рост. По мнению авторов внедрение технологий ИИТ повысит эффективность труда на предприятиях, позволит экономить на плановом ремонте оборудования и общих эксплуатационных затратах, минимизирует аварии на производстве и в целом увеличит предсказуемость промышленных систем. На макроуровне это приведет к росту энергоэффективности и конкурентоспособности экономики, стиранию границ между отраслями, снижению техногенного влияния на окружающую среду.

Один из ведущих промышленных рынков, активно внедряющих ИИТ – КНР. В статье [8] выделены основные области применения ИИТ в КНР: авиация; производство электрооборудования и приборов; нефтяная, автомобильная, сталелитейная и тяжелая промышленность; металлообработка; угольные шахты. Кроме того, автор выделил несколько узких мест на китайском рынке: слабая производственная база; нехватка квалифицированных кадров; проблема безопасности данных; большой «порог входа» в ИИТ.

---

Среди основных тенденций в промышленном Интернете вещей автор статьи [9] предлагает выделять следующие:

1. Цифровые двойники, представляющие собой виртуальную модель, которая в цифровой форме соответствует физическому устройству. С её помощью предприятия могут поддерживать и контролировать работу систем и активов, что повышает их общую эффективность.
2. Автоматизированный визуальный контроль представлен датчиками, камерами и искусственным интеллектом, которые обнаруживают неисправности и извлекают их из производственного процесса.
3. Оптимизация энергопотребления и экологичности представляет собой технологии на базе Интернета вещей, позволяющие предприятиям контролировать потребление энергии с помощью умных систем для оборудования.
4. Развитие периферийных вычислений позволяет моментально анализировать данные, что помогает принимать более оперативные и информированные решения.
5. Расширение нормативно-правовой базы и появление новых стандартов безопасности обусловлено необходимостью роста, потребности в более развитых и надёжных технологиях безопасности для Интернета вещей.

По мнению автора именно прогресс в этих аспектах ускорит развитие промышленного интернета вещей в мире.

Таким образом, общемировая тенденция к развитию промышленного интернета вещей основывается на синтезе нормативно-правовых государственных мер и рыночных процессах.

В позитивном ключе о перспективах внедрения сетей 5G в России высказывается автор статьи [10]. По его мнению, российский рынок телекоммуникаций является устоявшимся рынком мобильной связи с высоким показателем проникновения. На начало 2020 года этот показатель

---

достигает 93%. В качестве перспективных исследований указаны следующие направления: развитие сферы цифровых услуг; обновление стандартов мобильной связи; экономический эффект и последствия внедрения сетей 5G.

Тема «5G в России: влияние спектра на перспективы развития» отражена в работе [11]. Помимо рассуждений о перспективах внедрения сетей пятого поколения авторы предлагают ряд тезисов относительно используемого спектра частот. В источнике представлены лучшие практики по распределению спектра радиочастот, а также предложено решение для совместного использования радиочастот. На основе приведенной аналитики был сделан вывод об острой необходимости решения вопроса распределения частот для сетей нового поколения, так как эта проблема является наиболее важной на российском телекоммуникационном рынке. Вероятно, заблаговременное решение этого вопроса могло спровоцировать существенно более активное развитие до того, как появились международные экономические барьеры.

Одна из перспективных сфер применения сетей пятого поколения – интеллектуальная логистика, представлена в работе [12]. Основными приложениями интеллектуальных систем на основе промышленного интернета вещей в логистике являются: улучшенный мониторинг транспортных средств с последующим внедрением беспилотного магистрального транспорта; контроль и учет перевозимых грузов; полностью автоматизированная разгрузка и погрузка товаров. Следствия применения подобных систем: существенное снижение затрат на рабочую силу за счет автоматизации; возможность мониторинга состояния перевозимых товаров (требующих специальных условий перевозки и хранения).

Авторы статьи [13] определяют понятие «Логистика 4.0» наравне с «Индустрия 4.0», тем самым подчеркивают обширность описываемой предметной области и неразрывную связь промышленного интернета вещей с

---

логистикой и сильное влияние развития промышленных систем на создание интеллектуальных логистических систем.

В статье [14] авторам удалось обобщить результаты публикаций в базе данных Scopus с тематикой «логистика в индустрии 4.0». Было выявлено, что с 2013 по 2020 год было опубликовано 131 исследование. С каждым годом интерес к исследованиям индустрии 4.0 и «логистики 4.0» в частности растет, а наибольшее количество рецензируемых исследований в выборке было создано в крупнейших логистических центрах Европы (Германии и Италии). Передовой на сегодняшний день Китай в данном рейтинге находится лишь на третьей позиции.

О текущем состоянии ПоТ в России сообщают авторы статьи [15]. По их мнению, в России, в силу большой производственной базы, есть большой потенциал для развития промышленного интернета вещей. В России уже началось внедрение ПоТ в нефтегазовой, обрабатывающей и транспортной отрасли. Авторы предлагают следующий список предприятий, для которых целесообразно внедрять промышленный интернет вещей: предприятия тяжелой промышленности; энергетические и коммунальные предприятия; транспорт и логистика, сельское хозяйство.

В статье [16] авторы также предлагают инструментарий для модернизации производства с переходом в индустрию 4.0. В качестве ключевых аспектов модернизации авторы выделяют: аддитивное производство или 3D-печать; автономные управляемые транспортные средства; роботизация; создание цифровых платформ; обеспечение кибербезопасности; использование технологии блокчейн; использование интернета вещей; моделирование процессов, использование цифровых двойников; виртуальная и дополненная реальность; анализ больших данных; облачные системы; применения искусственного интеллекта.

Внедрение хотя бы части технологий позволит предприятию получить значительные преимущества в виде повышения производительности, гибкости и устойчивости производства.

Авторы статьи [17] уверены в успешности внедрения технологий ПоТ на промышленных предприятиях, которые готовы использовать ПоТ, чтобы значительно снизить издержки производства. По прогнозам в ближайшем времени более 70% компаний перейдут к использованию ПоТ систем, а остальные 30% отойдут к ручному мониторингу. Рост в использовании ПоТ ожидается в нефтегазовых компаниях, нефтехимических, металлургических, судостроительных и автостроительных.

В статье [18] автор подчеркивает сложность процесса внедрения технологии на отечественном рынке. По его мнению, в нашей стране существуют лишь аналитические и экспериментальные подтверждения по важнейшим функциональным возможностям или характеристикам выбранной концепции. Также невысокие темпы внедрения обусловлены необходимостью одновременно переходить к использованию облачных серверов и вычислений, а также решать вопросы внедрения датчиков на промышленное оборудование. Все это требует больших единовременных затрат. При этом архитектурные ошибки при построении крупных систем могут привести к значительным финансовым потерям. Автор считает, что в первую очередь, важно разработать «цифрового двойника» межмашинного взаимодействия, что, фактически, означает анализ последствий того или иного решения на основе математической модели сценарного развития ученой и аналитической систем.

Статья [19] содержит выводы о перспективах развития отечественного промышленного интернета вещей на основе истории внедрения автоматизированных систем управления. По словам авторов, меры, приложенные к внедрению ПоТ недостаточны и даже в долгосрочной

---

перспективе не помогут сохранить отставание от передовых рынков, уже внедривших подобные технологии в свои производства. Авторы считают, что внедрение новых технологий в производстве должно быть централизовано и подконтрольно государству. Помимо актуализации нормативно-правовой базы и выделения грантов, авторы считают важным консолидацию всего государственного сектора экономики в единую командно-административную систему с единой структурой организации и с массовым внедрением промышленного интернета вещей.

Авторы статьи [20] сообщают о текущих способах стимулирования реализации технологий промышленного интернета вещей и сообщают об их эффективности, а государственная поддержка инновационной деятельности осуществляется через следующие направления: прямое финансирование значимых проектов и поддержку крупных корпораций; льготное кредитование малых предприятий и изобретателей, включая беспроцентные займы; венчурные фонды и бизнес-инкубаторы, финансирующие внедрение инноваций; налоговые льготы для инновационных предприятий; снижение и отсрочка патентных пошлин на изобретения; ускоренную амортизацию оборудования для инновационной деятельности; создание технополисов и технопарков, объединяющих научные и производственные центры.

Все эти меры являются рыночными и направлены как на государственные предприятия, так и на частные корпорации.

Рассуждая о перспективах внедрения промышленного интернета вещей в России авторы статьи [21] учитывают существующие решения от ведущих российских IT-компаний. При этом общие тенденции рынка следующие: количество внедренных отечественных разработок растет; отечественные решения на базе глобальной сети Sigfox 0G выходят на международный рынок экспорта программных решений; государство заинтересовано в разработке и внедрении в рамках госзаказа. Тенденции технического

---



развития заключаются в развитии информационной безопасности на промышленных объектах и возможности применения сетей пятого поколения на предприятиях.

В статье [22] автор приводит статистику по успехам российских и зарубежных компаний в цифровизации производства. По результатам использования решений на основе промышленного интернета вещей автор говорит о том, что внедрение промышленного интернета вещей (IIoT) положительно сказывается на финансовой устойчивости и общем состоянии компаний. Основные преимущества использования IIoT российскими организациями включают: рост производственной эффективности: автоматизация процессов, оптимизация ресурсов и сокращение времени на выполнение операций; повышение качества продукции: благодаря онлайн-мониторингу и контролю снижается уровень брака и улучшается качество изделий; сокращение затрат: оптимизация использования энергии, ресурсов и обслуживания оборудования снижает издержки; улучшение безопасности: мониторинг условий производства помогает предотвращать аварии и обеспечивает безопасную рабочую среду; прозрачность процессов: доступ к данным в реальном времени повышает контроль и открытость производства; стимулирование инноваций: на основе данных IIoT компании разрабатывают новые продукты, услуги и бизнес-модели; рост конкурентоспособности: использование IIoT делает компании более гибкими, продуктивными и привлекательными на рынке.

В качестве простейшего примера оптимизация расходов производства с использованием технологии промышленного интернета вещей авторы рассматривают систему интеллектуального освещения на производстве [23]. Такие системы могут привести к экономии энергии поскольку могут выключать или приглушать освещение, когда в нем нет необходимости. Авторы подчеркивают, что интеллектуальная система такого типа может

---

качественно повысить безопасность на промышленных предприятиях, а также производительность труда если на производстве работают люди.

Такой же пример оптимизация расходов промышленного предприятия приводит автор статьи [24]. В статье автор предлагает универсальное решение в виде системы управления светодиодным освещением. Предложенные системы предполагает использование оригинального патрона лампы без дополнительной проводки. Каждая лампа должна содержать свой датчик света и реагировать на присутствие людей в помещении. Автор предлагает использовать разработанную ими систему внутри административных зданий, складов, а также парковках зданий. Предлагаемая система имеет высокий показатель энергосбережения, особенно для помещений с низкой посещаемостью.

Статья [25] рассматривается более сложное применение промышленного интернета вещей – внедрение технологии на химическом предприятии. В статье проведен сравнительный анализ обычного производственного процесса на химическом предприятии и с использованием ИИТ. По результатам анализа выяснилось, что себестоимость продукции при внедрении снизилась на 10–20%, производительность активов повысилась на 3–5%. При этом в связи с устранением ошибок и снижением человеческого фактора уменьшилось количество производственных травм и аварий. Управление производственным процессом в химической отрасли не только делает его большее эффективным, но и более безопасным.

Риски внедрения технологий ИИТ рассмотрены в статье [26]. Согласно статистике, которую приводят авторы по состоянию на 2020 год более 28% отечественных промышленных предприятий, уже внедрились решения на основе промышленного интернета вещей, а 26% опрошенных планируют внедрение. В связи с существенным уровнем распространенности технологии на российских предприятиях при исследовании этой сферы предлагается

---

брать во внимание как преимущества, так и риски. В качестве позитивных последствий в статье отмечается: сокращение производственного цикла; уменьшение затрат на электроэнергию и ремонт оборудования; повышение качества продукции; увеличение времени бесперебойной работы оборудования; повышение эффективности планирования производства. В качестве рисков авторы отмечают возможность утечки информации вследствие хакерской атаки или взлома.

Автор статьи [27] заявляет о потенциальных возможностях для повышения эффективности производства, оптимизации процессов и снижения издержек. Как и авторы статьи [26] основной проблемой эксплуатации решений на основе промышленного интернета вещей отмечена информационная безопасность. Кроме того, автор отмечает сложность разработки подобных систем в части интеграции их с существующими аппаратными и программными решениями, а также сложность в управлении данными, генерируемыми множеством датчиков и устройств.

Авторы статьи [28] сообщают о задачах, которые стоят перед системами на основе промышленного интернета вещей в сфере добычи нефти и газа, среди них: техническое обслуживание труб, скважин и технологического оборудования; контроль наличия и утечки нефти и газа в процессах бурения, добычи и транспортировки; мониторинг состояния магистральных трубопроводов (коррозия, давление) и их защищенности от внешних воздействий; мониторинг окружающей среды на всех этапах технологических процессов; оптимизация работы всех типов насосов (добывающих, нагнетательных, перекачивающих); мониторинг сбоев в работе технологического оборудования и минимизация рисков; повышение производительности при одновременном снижении затрат. Решение описанных выше проблем автор считает перспективной темой для изучения.

---

В статье [29] было выделено несколько характерных для горнодобывающей сферы проблем перехода к ИИТ, а также предложены возможные варианты решения. Технические проблемы связаны с ненадёжностью сетей в отдалённых районах, несовместимостью оборудования и высоким энергопотреблением. Решения включают использование спутниковой связи, 5G и меш-сетей для улучшения соединения, внедрение стандартных протоколов и платформ управления для повышения совместимости, а также автономные источники энергии. Экономические барьеры, такие как высокие начальные затраты и неясный возврат инвестиций, решаются за счёт лизинга оборудования, консорциумного финансирования и пилотных проектов, позволяющих продемонстрировать эффективность технологий. Организационные трудности заключаются в нехватке специалистов и сопротивлении изменениям. Для их преодоления проводятся образовательные программы и разъяснительные кампании, вовлекающие сотрудников в процесс внедрения. Проблемы безопасности включают риски кибератак и утечек данных. Основные предложенные решения основаны на шифровании, внедрении системы мониторинга и наличии строгой политики конфиденциальности. Эксплуатационные аспекты связаны с экстремальными условиями и регуляторными ограничениями. Применяются специализированное оборудование и адаптация нормативной базы. По мнению автора, комплексный подход к этим вопросам позволит успешно реализовать потенциал ИИТ.

#### **Заключение и выводы.**

Таким образом, промышленный Интернет вещей становится неотъемлемой частью современной промышленности, открывая новые горизонты для повышения производительности, снижения издержек и оптимизации производственных процессов. Его внедрение сопровождается

---

глубокими изменениями в подходах к управлению предприятиями, что позволяет адаптироваться к условиям быстро развивающейся цифровой экономики.

Развитие ПоТ активно продвигается в таких странах, как Китай, Германия и США. Эти государства демонстрируют успешные примеры использования технологий IoT в производстве, транспорте и энергетике. Основные драйверы роста включают появление 5G-сетей, развитие технологий цифровых двойников, периферийных вычислений и решений для экологической устойчивости.

В России внедрение ПоТ сталкивается с рядом вызовов, включая нехватку оборудования, проблемы интеграции и кибербезопасности. Тем не менее, перспективные области применения, такие как нефтегазовая, обрабатывающая и транспортная отрасли, показывают потенциал для быстрого роста при правильной поддержке со стороны государства и бизнеса.

Среди ключевых возможностей ПоТ выделяются автоматизация процессов, использование цифровых двойников, анализ больших данных и облачные технологии. Однако внедрение часто сдерживается высокими начальными затратами, несовместимостью оборудования и нехваткой квалифицированных кадров.

Использование ПоТ способствует увеличению производственной эффективности, снижению затрат, улучшению качества продукции и обеспечению безопасности на предприятиях. Кроме того, такие технологии могут повысить конкурентоспособность компаний и их привлекательность на международном рынке.

По мере устранения экономических и технических барьеров ожидается массовое внедрение ПоТ в промышленные процессы, что приведёт к



повышению эффективности производства и устойчивости к внешним вызовам.

Одним из ключевых факторов успеха станет развитие инфраструктуры 5G, которая позволит реализовать потенциал ПоТ в полной мере. Это особенно важно для таких отраслей, как логистика, горнодобывающая промышленность и энергетика.

Российским предприятиям важно ориентироваться на мировой опыт и развивать экспорт программных и аппаратных решений для IoT, включая интеграцию технологий в глобальные цепочки поставок.

Для обеспечения безопасного и эффективного внедрения технологий требуется развитие стандартов и законодательных мер, способствующих стимулированию инновационной активности.

Развитие ПоТ в России и мире находится на этапе активного роста, несмотря на наличие препятствий. Успешное внедрение технологий зависит от согласованных усилий бизнеса, государства и научных сообществ. В ближайшие годы ПоТ продолжит оказывать существенное влияние на экономику, ускоряя цифровую трансформацию промышленности и повышая её конкурентоспособность.

Для успешной реализации потенциала ПоТ важно сосредоточиться на решении текущих проблем, таких как кибербезопасность, интеграция оборудования и подготовка кадров. Внедрение промышленного Интернета вещей создаст условия для нового витка технологического прогресса, открывая перспективы для устойчивого развития промышленности и экономики в целом.

## Литература

1. Гончаренко С.Н., Радимов И.Р. Моделирование вероятностных характеристик блокировки запросов на предоставление доступа к радиоресурсам беспроводной сети // Инженерный вестник Дона. – 2024. – №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9100](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9100).
  2. Радимов И.Р. Сценарное моделирование схемы доступа к радиоресурсам беспроводной сети с двумя слайсами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2023. – № 12. – С. 114-120.
  3. Гончаренко С. Н., Радимов И. Р. Оптимизация разделения радиоресурсов и интенсивностей перехода состояний в двух сервисной модели сети 5G с эластичным типом трафика. Инженерный вестник Дона. – 2024. – №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9197](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9197).
  4. Ши Ю., Дегтерева В. А. Цифровая трансформация промышленных предприятий Китая: значение, перспективы // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли : Сборник трудов Всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции. В 8 ч., Санкт-Петербург, 15–19 мая 2023 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 670-679.
  5. Манушин Д. В. Проблемы, перспективы и антикризисные меры в области развития технологии 5G // Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 28 января 2021 года. – Казань: Издательство "Познание", 2021. – с. 251-259.
  6. Кернякевич П. С., Кудабай Е. С., Салих А. К. [и др.] Возможности развития современных 5G сетей передачи данных / // Colloquium-Journal. – 2019. – № 7-7(31). – С. 54-56.
-

7. Мелешко Ю. В. Становление мирового рынка промышленного интернета вещей // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: Сборник трудов XII международной научно-практической конференции, Пинск, 27 апреля 2018 года – Пинск: Полесский государственный университет, 2018. – С. 69-71.

8. ПикOVER А. В. Интернет вещей и промышленный Интернет вещей в КНР // Социально-экономические итоги 13-й пятилетки КНР (2016-2020 гг.) и задачи 14-й пятилетки (2021-2025 гг.) : Статьи ежегодной научной конференции Центра экономических и социальных исследований Китая Института Дальнего Востока РАН, Москва, 21 апреля 2021 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Дальнего Востока Российской академии наук, 2021. – С. 195-209.

9. Кларк М. 5 основных тенденций в промышленном Интернете вещей // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. – 2022. – № 9(122). – С. 45-47.

10. Гафуров А. А. Российский рынок телекоммуникаций: перспективы внедрения 5G // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 5(107). – С. 108-110.

11. 5G в России: влияние спектра на перспективы развития. GSMA. 2020. URL: [d-russia.ru/wp-content/uploads/2020/11/5g-spectrum-in-russia.pdf](https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2020/11/5g-spectrum-in-russia.pdf)

12. Мясоедов И. В. Анализ применения технологии 5G в логистике // Наука, общество, образование в современном мире: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 января 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение. – 2023. – С. 31-33.

13. Winkelhaus S., Grosse E. Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system // International Journal of Production Research. – 2020. – №58. pp.18-43.



14. Bigliardi B., Casella G., Bottani E. Industry 4.0 in the logistics field: A bibliometric analysis // IET Collaborative Intelligent Manufacturing. – 2021. pp. 1-9.
  15. Dementiev S. Yu. Industrial Internet of Things in Russia // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Vol. 8, No. 5-2(31). – pp. 5-8.
  16. Dementev S. Y. Production modernization toolkit for the transition to Industry 4.0 / S. Y. Dementev // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации. – 2022. – No. 21. – pp. 243-245.
  17. Корепанова Е. Г., Полукчу К. Е. Промышленный интернет вещей в России // Решетневские чтения: Материалы XXVI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Красноярск, 09–11 ноября 2022 года – Красноярск: ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. – С. 488-490.
  18. Шестернина М. В. Развитие промышленного интернета вещей в современной России // Менеджмент и маркетинг в различных сферах деятельности: Сборник научных трудов – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2019. – С. 254-258.
  19. Мищенко М. Л., Кузнецов В. Е. История и перспективы развития отечественного промышленного интернета вещей // ИТ. Наука. Креатив. Материалы I Международного форума: в 5-ти томах. Том 1. Автоматизация, мехатроника, информационные технологии, Омск, 14–16 мая 2024 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-книготорговый центр "Колосс", 2024. – С. 167-173.
  20. Карпекин А. А., Ногай А. А. Способы государственного стимулирования реализации технологий промышленного интернета вещей //
-

Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием), Красноярск, 18–19 апреля 2024 года. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2024. – С. 1128-1130.

21. Филиппов С. А., Титов А. Д. Ключевые факторы развития промышленного интернета вещей в России в 2020-2025 году // Дневник науки. – 2020. – № 6(42). – С. 25.

22. Копьева А. С. Промышленный интернет вещей: преимущества и проблемы внедрения в деятельность российских компаний // Цифровая экономика и финансы: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14–15 марта 2024 года. – Санкт-Петербург: Центр научно-производственных технологий "Астерион", 2024. – С. 572-576.

23. Dementev S. Yu., Murygin A. V. Smart lighting in Industry 4.0 // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Vol. 8, No. 1(27). – P. 118-121.

24. Сахно И. Особенности применения интеллектуальной системы управления светодиодным освещением промышленных предприятий на основе «Интернета вещей» // Современная светотехника. – 2023. – № 5(84). – С. 32-33.

25. Панова В. М., Миляева Н. В. Промышленный интернет вещей как технологическая основа химического производства // Управление развитием социально-экономических систем: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Ульяновск, 27 мая 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2022. – С. 153-155.

26. Симикина И. П. Промышленный интернет вещей: перспективы и риски использования в производстве // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 10-8(78). – С. 155-159.

---

27. Беляев А. А. Интеграция Интернета вещей (ИОТ) на промышленном предприятии: возможности и вызовы // Естественные, математические и технические науки. Образование. Технологии. Инновации: Материалы Всероссийской научно-практической студенческой конференции, Липецк, 08–12 апреля 2024 года. – Липецк: Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2024. – С. 71-76.

28. Alguliyev R. M., Fataliyev T. Kh., Mehdiyev Sh. A. The industrial internet of things: the evolution of automation in the oil and gas complex // SOCAR Proceedings. – 2019. – No. 2. – pp. 66-71.

29. Карпекин А. А., Ногай А. А. Тенденции реализации промышленного интернета вещей в горнодобывающей промышленности // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 10(171). – С. 359-362.

### References

1. Goncharenko S. N., Radimov I. R. Inzhenernyj vestnik Dona. 2024. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9100](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9100).

2. Radimov I. R. Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. 2023. № 12. pp. 114-120.

3. Goncharenko S. N., Radimov I. R. Inzhenernyj vestnik Dona. 2024. №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9197](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9197).

4. Shi YU., Degtereva V. A. Fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya v oblasti upravleniya, ekonomiki i trgovli: Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy i uchebno-metodicheskoy konferentsii. V 8 ch., Sankt-Peterburg, 15–19 maya 2023 goda. Tom Chast' 2, 2023. pp. 670-679.

5. Manushin D. V. Vektor razvitiya upravlencheskikh podkhodov v tsifrovoy ekonomike: Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2021. pp. 251-259.

6. Kernyakevich P. S., Kudabay E. S., Salikh A. K. [i dr.] Colloquium-Journal. 2019. № 7-7(31). pp. 54-56.
7. Meleshko YU. V. Ustoychivoye razvitiye ekonomiki: sostoyaniye, problemy, perspektivy: Sbornik trudov XII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2018. pp. 69-71.
8. Pikover A. V. Sotsial'no-ekonomicheskiye itogi 13-y pyatiletki KNR (2016-2020 gg.) i zadachi 14-y pyatiletki (2021-2025 gg.): Stat'i yezhegodnoy nauchnoy konferentsii Tsentra ekonomicheskikh i sotsial'nykh issledovaniy Kitaya Instituta Dal'nego Vostoka RAN, 2021. pp. 195-209.
9. Klark M. BIT. Biznes & Informatsionnyye tekhnologii. 2022. № 9(122). pp. 45-47.
10. Gafurov A. A. Nauka i biznes: puti razvitiya. 2020. № 5(107). pp. 108-110.
11. 5G v Rossii: vliyaniye spektra na perspektivy razvitiya. GSMA. 2020. URL: [d-russia.ru/wp-content/uploads/2020/11/5g-spectrum-in-russia.pdf](http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2020/11/5g-spectrum-in-russia.pdf)
12. Myasoyedov I. V. Nauka, obshchestvo, obrazovanie v sovremennom mire: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2023. pp. 31-33.
13. Winkelhaus S., Grosse E. International Journal of Production Research. 2020. №58. pp. 18-43.
14. Bigliardi B., Casella G., Bottani E. IET Collaborative Intelligent Manufacturing. 2021. pp. 1-9.
15. Dementiev S. Yu. Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti. 2023. Vol. 8, No. 5-2(31). pp. 5-8.
16. Dementev S. Y. Molodezh'. Obshchestvo. Sovremennaya nauka, tekhnika i innovatsii. 2022. No. 21. pp. 243-245.
17. Korepanova E. G., Polukchu K. E. Reshetnevskiy chteniya : Materialy XXVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii,

posvyashchenoy pamyati general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M.F. Reshetneva, 2022. pp. 488-490.

18. Shesternina M. V. Menedzhment i marketing v razlichnykh sferakh deyatel'nosti: Sbornik nauchnykh trudov, 2019. pp. 254-258.

19. Mishchenko M. L., Kuznetsov V. E. IT. Nauka. kreativ. Materialy I Mezhdunarodnogo foruma: v 5-ti tomakh. Tom 1. Avtomatizatsiya, mekhatronika, informatsionnyye tekhnologii, 2024. pp. 167-173.

20. Karpekin A. A., Nogay A. A. Molodyye uchenyye v reshenii aktual'nykh problem nauki: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (s mezhdunarodnym uchastiyem), 2024. pp. 1128-1130.

21. Filippov S. A., Titov A. D. Dnevnik nauki. 2020. № 6(42). pp. 25.

22. Kop'yeva A. S. Tsifrovaya ekonomika i finansy: Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2024. pp. 572-576.

23. Dementev S. Yu., Murygin A. V. Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti. 2023. Vol. 8, No. 1(27). pp. 118-121.

24. Sakhno I. Sovremennaya svetotekhnika. 2023. № 5(84). pp. 32-33.

25. Panova V. M., Milyayeva N. V. Upravleniye razvitiyem sotsial'no-ekonomicheskikh sistem: Materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2022. pp. 153-155.

26. Simikova I. P. Aktual'nyye nauchnyye issledovaniya v sovremennom mire. 2021. № 10-8(78). pp. 155-159.

27. Belyayev A. A. Yestestvennyye, matematicheskiye i tekhnicheskkiye nauki. Obrazovaniye. Tekhnologii. Innovatsii: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy studencheskoy konferentsii, 2024. pp. 71-76.

28. Alguliyev R. M., Fataliyev T. Kh., Mehdiyev Sh. A. SOCAR Proceedings. 2019. No. 2. pp. 66-71.



29. Карпекин А. А., Ногая А. А. Экономика и предпринимательство. 2024. № 10(171). pp. 359-362.

**Дата поступления: 16.12.2024**

**Дата публикации: 25.02.2025**