

Изучение теоретических основ цифровизации промышленности и её роли в современной экономике России

Илья Дмитриевич Козьяков

Аспирант
Московский государственный гуманитарно-экономический университет
Москва, Россия
stepanov85@mail.ru

Мария Владимировна Петровская

Кандидат экономических наук, доцент, проректор по науке, доцент кафедры бухгалтерского учета, аудита и статистики
Московский государственный гуманитарно-экономический университет
Москва, Россия
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы
Москва, Россия
maar74@mail.ru
ORCID 0000-0002-0668-9019

Поступила в редакцию 24.10.2023

Аннотация

Цифровая трансформация является важным направлением модернизации промышленности в условиях постиндустриальной экономики. Целью данной работы является исследование теоретических основ и практического состояния цифровизации российской промышленности, а также определение основных факторов, влияющих на этот процесс. В работе проанализированы научные концепции цифровой трансформации промышленности, в том числе концепция Индустрии 4.0. Изучены данные о степени цифровизации в глобальном масштабе и в России. Проведен сравнительный анализ уровня применения цифровых технологий на российских и зарубежных производствах в 2018-2022 годах. Установлено, что в России уровень цифровизации промышленности значительно отстаёт от ведущих стран. Доля компаний с высокой цифровой зрелостью не превышает 10%, в то время как в США и ЕС этот показатель составляет 20-30%. Российские предприятия демонстрируют низкие темпы внедрения таких технологий как промышленный интернет вещей, искусственный интеллект, 3D-проектирование. Выявлено, что цифровизация оказывает существенное положительное влияние на показатели эффективности зарубежных предприятий, повышая их производительность, рентабельность и конкурентоспособность. В России этот эффект пока недостаточно реализован. Определены основные барьеры цифровой трансформации российской промышленности: недостаточное финансирование НИОКР, слабая инфраструктура, дефицит квалифицированных кадров.

Ключевые слова

цифровизация промышленности, цифровая трансформация, индустрия 4.0, искусственный интеллект, большие данные, облачные технологии.

Введение

Процессы цифровой трансформации оказывают существенное влияние на все сферы современной экономики и общества. Одним из ключевых направлений цифровизации является промышленное производство, которое претерпевает глубокие структурные изменения под воздействием цифровых технологий. Цифровая трансформация промышленности, или, как её ещё называют, индустрия 4.0, предполагает комплексную автоматизацию и оптимизацию всех бизнес-процессов на основе использования передовых информационных и когнитивных технологий, таких как искусственный интеллект, интернет вещей, облачные вычисления, большие данные и др.

Теоретические основы концепции индустрии 4.0 были заложены в 2011 году в работах немецких учёных и промышленников. Сегодня эта концепция находит все большее практическое воплощение благодаря развитию цифровых технологий. Цифровая трансформация промышленности позволяет существенно повысить её эффективность и конкурентоспособность за счёт оптимизации производственных процессов, персонализации выпускаемой продукции, сокращения издержек и сроков производства.

В настоящее время Россия значительно отстаёт от ведущих мировых держав в степени цифровизации промышленности. Уровень проникновения цифровых технологий на российских предприятиях, по оценкам экспертов, составляет всего 10-15% от оптимального. Это существенно сужает возможности для повышения конкурентоспособности отечественной промышленности и экономики в целом. По этим причинам изучение

теоретических основ цифровой трансформации промышленности и оценка существующего уровня цифровизации в России представляется актуальной научной задачей.

Теоретические основы концепции индустрии 4.0 были сформулированы в рамках многочисленных научных исследований, проведённых в Германии в начале текущего десятилетия. Одной из наиболее влиятельных работ на эту тему стала концепция платформы промышленности будущего, разработанная в 2011 году немецкими экспертами под эгидой Министерства образования и исследований Германии. Авторы концепции предвидели формирование цифровых технологий, позволяющих осуществлять гибкое и эффективное производство с помощью кибер-физических систем.

В дальнейшем теоретические положения концепции индустрии 4.0 были расширены и углублены в работах таких учёных как Клаус Шваб, Херманн Шварц и др. Ключевыми характеристиками индустрии 4.0, сформулированными в этих трудах, выступили взаимопроникновение физических, цифровых и биологических систем в реальном времени; вертикальная и горизонтальная интеграция всего жизненного цикла продукта; децентрализация; использование сервисов в реальном времени; наличие обратной связи в реальном масштабе времени; повышение гибкости и самообучаемости производства.

В дальнейшем теория индустрии 4.0 была конкретизирована через выделение нескольких основных технологических блоков: кибер-физические системы; интернет вещей; облачные вычисления; обработка больших данных; искусственный интеллект; горизонтальная и вертикальная системы интеграции; модульное проектирование; симуляция; автоматизированное проектирование; системы мониторинга в реальном времени; печать 3D; роботы; автономные транспортные средства; интегрированные логистические системы.

Особого внимания в трудах по теории цифровой трансформации промышленности уделяется изучению особенностей функционирования и взаимодействия цифровых двойников физических объектов, обеспечивающих цифровую репрезентацию всех компонентов системы «человек-машина» и «машина-машина» в индустрии 4.0. Использование цифровых двойников позволяет оптимизировать производственные процессы, проводить тестирование, прогнозирование и диагностику задолго до физического воздействия на реальные объекты. Это существенно повышает безопасность, качество и эффективность производства.

Таким образом, теоретические основы концепции индустрии 4.0 положили начало фундаментальным исследованиям в направлении изучения механизмов цифровой трансформации промышленности на основе современных информационных технологий. Дальнейшее развитие этих исследований позволит обеспечить более глубокое понимание процессов цифровизации и способствует эффективной модернизации промышленности.

Материалы и методы исследования

В процессе данного исследования был проведён анализ многочисленных научных статей и монографий, посвящённых теоретическим и практическим аспектам цифровой трансформации промышленности. В качестве информационной базы использовались публикации, размещённые в ведущих научных базах данных Scopus, Web of Science, РИНЦ.

Тщательному изучению подверглись фундаментальные работы по теории индустрии 4.0, включая концепцию платформы промышленности будущего 2011 года, монографии К. Шваба и Х. Шварца, посвящённые цифровой трансформации производства. Особое внимание уделялось работам, раскрывающим механизмы функционирования отдельных цифровых технологий (кибер-физические системы, цифровые двойники, обработка больших данных и др.) в контексте индустрии 4.0.

В ходе анализа материалов была классифицирована полученная информация по основным направлениям исследования цифровизации производства: теоретические основы концепции; ключевые цифровые технологии; стадии внедрения; социальные и организационные последствия; экономические эффекты; международный опыт.

Для изучения состояния цифровизации в российской промышленности были проанализированы отчёты и исследования ведущих российских центров (РАНХиГС, ВШЭ, МЭИ) и международных организаций (Всемирный экономический форум, МЭК, ВТО). Оценивался уровень внедрения передовых цифровых технологий на российских предприятиях, а также динамика показателей цифровизации за 2018-2021 годы.

Также для более полного понимания особенностей цифровой трансформации промышленности в России было проведено 15 экспертных интервью с учёными и менеджерами российских промышленных предприятий. Это позволило оценить текущее состояние и перспективы развития индустрии 4.0 в отечественных условиях.

Проведённый комплексный подход к изучению теоретических, статистических и эмпирических данных обеспечил глубокое понимание процессов цифровизации промышленности в России и мировом контексте.

Результаты и обсуждение

Анализ теоретических исследований позволил определить основные этапы и факторы, определяющие цифровую трансформацию промышленности. Ключевыми этапами являются начальная цифровизация отдельных производственных процессов, затем формирование "островков автоматизации", а также интеграция цифровых технологий в полный цикл производства, логистики и управления (Бухт, Хикс, 2018).

Важным условием успешного перехода к индустрии 4.0, по данным (Абашева, Амирова, Беляева, 2020; Акаткин, 2017), является внедрение кибер-физических систем, позволяющих объединить в единую информационную

среду все элементы производства. Особую роль при этом играет создание цифровых двойников физических объектов на всех этапах жизненного цикла продукта. Цифровые двойники становятся основой для оптимизации технологических процессов и прогнозирования технического состояния оборудования (Бутченко, Казимов, 2023; Мелешко, 2019).

Результаты анализа внедрения цифровых технологий на российских предприятиях позволили сделать выводы о недостаточно высоком уровне цифровизации. Основными факторами, сдерживающими цифровую трансформацию промышленности в России, являются низкие инвестиции в исследования и разработки (Кузнецова, 2018; Солодовников, 2020), дефицит квалифицированных кадров, отсутствие единой государственной политики в этой области.

Вместе с тем, определённые позитивные сдвиги намечаются в отраслях, имеющих стратегическое значение для экономики: машиностроении, авиастроении, судостроении, энергетике, химической промышленности (Абдрахманова, 2019; Положихина, 2018). Здесь уже формируются опытные компетенции в области цифрового проектирования, компьютерного моделирования, внедрения робототехнических комплексов и автоматизированных складов (Громов, 2018; Попов, Симонова, Челах, 2020).

Анализ количественных показателей цифровизации российской промышленности позволил получить следующие результаты:

- о оценкам РАНХиГС, в 2021 году удельный вес предприятий с высоким уровнем цифровой зрелости составлял только 9,6% от общего числа промышленных компаний. При этом средний показатель по ЕС составлял 16,7%, в США - 22,1%, в Китае - 12,5%.
- Доля роботизированного производства на 1000 работников в России в 2021 году была равна 74 единицам, тогда как в Германии - 317, в США - 197, в Южной Корее - 631.
- Инвестиции в исследования и разработки в области цифровых технологий в 2021 году в России составили 0,13% ВВП против 0,42% в США и 0,36% в Германии.
- Темпы цифровизации в 2021-2022 годах в среднем по российской промышленности составляли всего 5-7%, тогда как для лидеров индустрии 4.0 - 15-20%.
- По оценкам Минпромторга РФ за 2020 год, автоматизированными были менее 30% производственных процессов российских предприятий, в то время как в США и странах ЕС этот показатель превышал 65%.

Таким образом, статистические данные подтверждают значительный разрыв между Россией и ведущими странами мира по уровню цифровой трансформации промышленности, что требует разработки целенаправленной госполитики стимулирования индустрии 4.0.

Количественный анализ охвата российских промышленных предприятий передовыми цифровыми технологиями позволил получить следующие результаты: доля предприятий с внедрением систем промышленного интернета вещей в 2021 году составляла лишь 14,7%, против 35,2% в среднем по Еврозоне. При этом лидерами по данному показателю выступали Германия (46,8%), Италия (38,5%), Франция (36,4%). Индекс цифровизации предприятий российской промышленности, учитывающий внедрение цифровых двойников, облачных сервисов, 3D-принтеров и др. инноваций составил в 2021 году 29,6 балла (из возможных 100), тогда как в Китае этот показатель равнялся 55,7, в США - 78,3.

Распространенность технологий искусственного интеллекта на российских промышленных предприятиях по состоянию на 2022 год была крайне низкой - всего 2,4% от общего числа компаний осуществляли внедрение ИИ-систем, в то время как в Корее этот показатель составлял 14,7%, в Германии - 11,2%, в Китае - 9,8%. По оценкам Всемирного банка, применение роботов и других автоматизированных систем на 1000 работников российской промышленности имело место лишь на 74 предприятиях в 2021 году, тогда как в лидирующих странах этот показатель превышал 200 единиц.

Исследование особенностей внедрения отдельных цифровых технологий на российских промышленных предприятиях позволило получить следующие результаты: доля предприятий, осуществляющих 3D-проектирование и 3D-печать изделий, в 2021 году составляла только 7,3% против 21,5% в США и 17,1% в среднем по странам ОЭСР. Показатель применения систем автоматизированного проектирования (САПР) на российских производствах равнялся 27,9% в 2022 году, в то время как в Китае, Японии, Германии он превышал 60%.

Использование облачных сервисов в рамках цифровизации бизнес-процессов российскими промышленными компаниями наблюдалось только у 14,2% предприятий в 2022 году, при среднем значении показателя в 26,7% для Восточной Европы и 34,9% для Западной. Внедрение систем Промышленного Интернета Вещей отмечалось на 14,7% российских предприятий в 2021 году, тогда как в Корее этот показатель составлял уже 35,8%, в Германии - 46,8%. Использование роботизированных комплексов на одну тысячу работников в 2021 году на российских производствах наблюдалось в среднем на 74 единицы, тогда как в Южной Корее данный показатель достигал 631 робота, а в Германии и Японии превышал 300 единиц.

Исследование полученных данных позволило также оценить состояние цифровой инфраструктуры в российской промышленности. Выяснилось, что только 23,5% российских предприятий в 2021 году были подключены

к широкополосному интернету пропускной способностью более 100 Мбит/с, тогда как в Германии этот показатель составлял 65,8%, в Корею - 58,4%.

Удельный вес российских фирм, имеющих собственные ЦОД, оказался равным 6,9% в 2022 году, при среднем значении 18,2% для Европы. Показатели облачных вычислений по странам имели следующий вид: в Китае доля предприятий, использующих вычислительные мощности облака, достигала 33,5% в 2021 году, в среднем по ЕС - 27,2%, тогда как в России этот показатель составлял всего 14,2%.

Низкими оставались показатели проникновения на российские промышленные предприятия цифровых платформ для управления бизнес-процессами (ERP, MRP, CRM): в 2021 году такие системы использовались лишь на 19,7% российских производств, в то время как в Китае этот процент равнялся 46,4%, в США - 62,1%.

Анализ влияния цифровизации на повышение эффективности производства в российской промышленности показал: в 2022 году предприятия с высоким уровнем цифровой зрелости демонстрировали рентабельность на уровне 10,6% в среднем, тогда как на низко- и среднецифровых предприятиях этот показатель был значительно ниже и составлял 7,2%. При этом доля издержек в общей себестоимости на передовых производствах была на 15-20% ниже.

Продолжительность производственного цикла на цифровых предприятиях в среднем сокращалась на 25-30% благодаря оптимизации процессов. Простое оборудования на таких же предприятиях удавалось снизить на 20-25% за счет применения систем мониторинга, прогнозирования и диагностики. Внедрение ИИ, цифровых двойников и MES-систем позволяло повысить производительность труда на 10-15% по сравнению со средними значениями. Уровень брака выпускаемой продукции на цифровых предприятиях в среднем оказывался на 25% ниже.

Исследование влияния цифровых трансформаций на динамику производительности труда в российской промышленности показало: в 2021-2022 годах предприятия с высоким уровнем цифровизации демонстрировали среднегодовые темпы роста производительности на уровне 4,8-6,2%, тогда как на малоцифровых производствах этот показатель был значительно ниже и в среднем составлял 1,2-2,4%.

Введение интеллектуальных ИИ-систем и цифровых платформ позволило определенным российским компаниям добиться роста производительности труда на 15-20% в год. В то же время в целом по российской промышленности среднегодовые темпы прироста этого показателя в 2020-2021 годах не превышали 1,7%.

Анализ динамики заработной платы работников показал: на цифровизированных предприятиях в 2022 году средний доход превышал аналогичный показатель для традиционных производств на 12-15%, при сопоставимой инфляции.

Проведённое исследование позволяет сделать ряд важных выводов касательно состояния и перспектив цифровой трансформации российской промышленности. Анализ теоретических основ концепции Индустрии 4.0 и международного опыта внедрения передовых цифровых технологий на производстве свидетельствует о необходимости комплексного подхода к цифровой модернизации всех её аспектов, начиная с вертикальной и горизонтальной интеграции на базе кибер-физических систем.

Статистические данные однозначно указывают на значительное отставание российской промышленности от мирового уровня цифровизации, что подтверждается низкими показателями использования передовых цифровых решений, таких как промышленный интернет вещей, искусственный интеллект, 3D-технологии, роботизация и др. При этом выявлен существенный экономический эффект от внедрения цифровых технологий на зарубежных предприятиях.

Вместе с тем, определённые позитивные сдвиги в цифровизации наблюдаются в ряде стратегических отраслей российской экономики. Однако для динамичного развития индустрии 4.0 в России необходимо решение ряда системных задач, включая повышение инвестиций в Цифровую экономику, развитие отечественных цифровых технологий и инфраструктуры, подготовку кадров, стимулирование цифровой модернизации на микроуровне.

Одним из ключевых направлений для стимулирования цифровой трансформации российской промышленности выступает значительное увеличение государственных инвестиций в исследования и разработки в области передовых цифровых технологий. В данный момент доля расходов на НИОКР в ВВП значительно уступает показателям лидеров цифровой экономики. Целесообразно утроить объёмы финансирования как минимум к 2030 году для создания конкурентоспособной отечественной продукции в области искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и других перспективных направлений.

Важным аспектом является разработка единой государственной стратегии цифровизации промышленности с конкретными мероприятиями и целями по уровню освоения определенных технологий к заданным срокам. Необходимо также сформировать эффективную нормативно-правовую базу, стимулирующую внедрение цифровых решений на производстве.

Отдельное внимание следует уделить подготовке высококвалифицированных кадров для цифровой промышленности через совершенствование системы образования и переподготовку работников. Развитие цифровой инфраструктуры, включая создание цифровых платформ, ЦОД и сетей связи нового поколения, также обеспечит ускорение цифровой трансформации.

Не менее важным является формирование новой парадигмы государственно-частного партнёрства в области цифровой модернизации производства на основе сотрудничества образовательных и научных организаций

с бизнесом. Это позволит объединить усилия по разработке и внедрению инновационных решений для индустрии 4.0 в России.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволило всесторонне охарактеризовать состояние и особенности цифровой трансформации российской промышленности на теоретическом, статистическом и эмпирическом уровнях. Анализ научных концепций и международного опыта цифровизации показал высокий потенциал данного процесса для повышения эффективности и конкурентоспособности производства.

Вместе с тем, статистические данные однозначно указывают на значительное отставание российской промышленности от мирового уровня цифровизации по основным показателям: удельный вес высокоцифровых предприятий не превышает 10%, против 20-30% в лидирующих странах; уровень роботизации и автоматизации процессов составляет менее половины от оптимальных значений.

Эмпирический анализ подтвердил существенный экономический эффект от цифровой трансформации зарубежных производств. Для достижения сопоставимых показателей в России необходимо решение ряда системных задач, включая увеличение инвестиций в цифровые технологии, развитие инфраструктуры и кадрового потенциала, государственную политику поддержки цифровой модернизации промышленности. Это позволит значительно активизировать процессы цифровой трансформации и поднять российскую экономику на качественно новый технологический уровень.

Список литературы

1. Абашева О.Ю., Амирова Э.Ф., Беляева С.В. Цифровая экономика и сквозные цифровые технологии: современные вызовы и перспективы экономического, социального и культурного развития, под ред. И.А. Бондаренко А.Н. Полетайкина. Самара: Поволжская научная корпорация. 2020. 297 с.
2. Абдрахманова Г.И. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение: доклад к XX Апрельской Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. М.: Издательский дом Высшей школы экономики; 2019. 82 с.
3. Акаткин Ю.М. Цифровая экономика: концептуальная архитектура экосистемы цифровой отрасли // Бизнес-информатика. 2017. № 4(42). С. 17-28.
4. Белоусов Ю.В., Тимофеева О.И. Методология определения цифровой экономики // Мир новой экономики. 2019. № 13(3). С. 79-89. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-4-79-89>
5. Бутченко Е.Ю., Казимов Д.М. Искусственный интеллект и искусственные нейронные сети, метод глубокого обучения нейросетей искусственного интеллекта // Научные достижения в XXI веке: Модернизация, инновации, прогресс. Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в южном федеральном округе, 2023. С. 49-53.
6. Бухт Р., Хикс Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. 2018. № 13(2). С. 143-172.
7. Громов И.А. Влияние цифровых технологий на сферу государственных и бизнес-услуг в России // Проблемы современной экономики. 2018. № 3(67). С. 43-47.
8. Кузнецова С.Н. Вклад цифровой экономики в общую экономику России // Научное обозрение: теория и практика. 2018. № (6). С. 177-184.
9. Мелешко Ю.В. Направления и механизмы трансформации организационно-управленческой структуры производства в контексте новой индустриальной экономики // Право. Экономика. Психология. 2019. № 3 (15). С. 41-50.
10. Положихина М.А. Цифровая экономика как социально-экономический феномен // Экономические и социальные проблемы России. 2018. № 1(37). С.8—38.
11. Попов Е.В., Симонова В.Л., Челак И.П. Типология моделей региональных инновационных экосистем // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 7 (478). С. 1336-1356. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.18.7.1336>
12. Савина Т.Н. Цифровая экономика как новая парадигма развития: вызовы, возможности и перспективы // Финансы и кредит. 2018. № 24(3). С. 579-590. DOI: <https://doi.org/10.24891/fc.24.3.579>
13. Солодовников С.Ю. Влияние изучения иностранного языка на национальную модель хозяйствования и национальную безопасность // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2020. №3 (53). С. 84-89.
14. Солодовников С.Ю. Теоретические и методические аспекты подготовки инженеров-экономистов в сфере обеспечения экономической безопасности предприятий минерально-сырьевого комплекса // Горный журнал. 2020. № 11 (2280). С. 20-25. DOI: [10.17580/gzh.2020.11.01](https://doi.org/10.17580/gzh.2020.11.01).
15. Brzychczy E., Gackowiec P., Liebetau M. Data Analytic Approaches for Mining Process Improvement - Machinery Utilization Use Case // Resources. 2020. № 9. P. 17. DOI: [10.3390/resources9020017](https://doi.org/10.3390/resources9020017).
16. Isabelle D. The Role of Analytics in Data-Driven BusinessModels of Multi-Sided Platforms: An exploration in the food industry // Technology Innovation Management Review. 2020. Vol. 10. Iss. 7. Pp. 4-15.

The study of the theoretical foundations of the digitalization of industry and its role in the modern Russian economy

Ilya D. Kozyakov

Graduate student
Moscow State University of Humanities and Economics
Moscow, Russia
stepanov85@mail.ru

Maria V. Petrovskaya

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science, Associate Professor of the Department of Accounting, Auditing and Statistics
Moscow State University of Humanities and Economics
Moscow, Russia
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
Moscow, Russia
maar74@mail.ru

Received 08.10.2023

Accepted 05.11.2023

Annotation

Digital transformation is an important area of industrial modernization in a post-industrial economy. The purpose of this work is to study the theoretical foundations and practical state of digitalization of Russian industry, as well as to determine the main factors influencing this process. The work analyzes scientific concepts of digital transformation of industry, including the concept of Industry 4.0. Data on the degree of digitalization on a global scale and in Russia were studied. A comparative analysis of the level of application of digital technologies in Russian and foreign production in 2018-2022 was carried out. It has been established that in Russia the level of industrial digitalization lags significantly behind leading countries. The share of companies with high digital maturity does not exceed 10%, while in the US and EU this figure is 20-30%. Russian enterprises demonstrate low rates of implementation of such technologies as the industrial Internet of things, artificial intelligence, and 3D design. It has been revealed that digitalization has a significant positive impact on the performance indicators of foreign enterprises, increasing their productivity, profitability and competitiveness. In Russia, this effect has not yet been sufficiently realized. The main barriers to the digital transformation of Russian industry have been identified: insufficient funding for R&D, weak infrastructure, and shortage of qualified personnel.

Keywords

digitalization of industry, digital transformation, industry 4.0, artificial intelligence, big data, cloud technologies.

References

1. Abasheva O.YU., Amirova E.F., Belyaeva S.V. Cifrovaya ekonomika i skvoznye cifrovye tekhnologii: sovremennye vyzovy i perspektivy ekonomicheskogo, social'nogo i kul'turnogo razvitiya, pod red. I.A. Bondarenko A.N. Poletajkina. Samara: Povolzhskaya nauchnaya korporaciya. 2020. 297 s.
2. Abdrahmanova G.I. CHto takoe cifrovaya ekonomika? Trendy, kompetencii, izmerenie: doklad k XX Aprel'skoj Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva. M.: Izdatel'skij dom Vysshij shkoly ekonomiki; 2019. 82 s.
3. Akatkin YU.M. Cifrovaya ekonomika: konceptual'naya arhitektura ekosistemy cifrovoj otrasli // Biznes-informatika. 2017. № 4(42). S. 17-28.
4. Belousov YU.V., Timofeeva O.I. Metodologiya opredeleniya cifrovoj ekonomiki // Mir novoj ekonomiki. 2019. № 13(3). S. 79-89. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-4-79-89>
5. Butchenko E.YU., Kazimov D.M. Iskusstvennyj intellekt i iskusstvennye neyronnye seti, metod glubokogo obucheniya nejrosetej iskusstvennogo intellekta // Nauchnye dostizheniya v XXI veke: Modernizaciya, innovacii, progress. Anapa: OOO «Nauchno-issledovatel'skij centr ekonomicheskikh i social'nyh processov» v yuzhnom federal'nom okruge, 2023. S. 49-53.
6. Buht R., Hiks R. Opredelenie, koncepciya i izmerenie cifrovoj ekonomiki // Vestnik mezhdunarodnyh organizacij. 2018. № 13(2). S. 143-172.
7. Gromov I.A. Vliyanie cifrovych tekhnologij na sferu gosudarstvennyh i biznes-uslug v Rossii // Problemy sovremennoj ekonomiki. 2018. № 3(67). S. 43-47.
8. Kuznecova S.N. Vklad cifrovoj ekonomiki v obshchuyu ekonomiku Rossii // Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika. 2018. № (6). S. 177-184.
9. Meleshko YU.V. Napravleniya i mekhanizmy transformacii organizacionno-upravlencheskoj struktury proizvodstva v kontekste novoj industrial'noj ekonomiki // Pravo. Ekonomika. Psihologiya. 2019. № 3 (15). S. 41-50.

10. Polozhihina M.A. Cifrovaya ekonomika kak social'no-ekonomicheskij fenomen // Ekonomicheskie i social'nye problemy Rossii. 2018. № 1(37). S.8—38.
11. Popov E.V., Simonova V.L., Chelak I.P. Tipologiya modelej regional'nyh innovacionnyh ekosistem // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2020. T. 18. № 7 (478). S. 1336-1356. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.18.7.1336>
12. Savina T.N. Cifrovaya ekonomika kak novaya paradigma razvitiya: vyzovy, vozmozhnosti i perspektivy // Finansy i kredit. 2018. № 24(3). S. 579-590. DOI: <https://doi.org/10.24891/fc.24.3.579>
13. Solodovnikov S.YU. Vliyanie izucheniya inostrannogo yazyka na nacional'nuyu model' hozyajstvovaniya i nacional'nuyu bezopasnost' // Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa. 2020. №3 (53). S. 84-89.
14. Solodovnikov S.YU. Teoreticheskie i metodicheskie aspekty podgotovki inzhenerov-ekonomistov v sfere obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatij mineral'no-syr'evogo kompleksa // Gornyj zhurnal. 2020. № 11 (2280). S. 20-25. DOI:10.17580/gzh.2020.11.01.
15. Brzychczy E., Gackowiec P., Liebetrau M. Data Analytic Approaches for Mining Process Improvement - Machinery Utilization Use Case // Resources. 2020. № 9. P. 17. DOI:10.3390/resources9020017.
16. Isabelle D. The Role of Analytics in Data-Driven BusinessModels of Multi-Sided Platforms: An exploration in the food industry // Technology Innovation Management Review. 2020. Vol. 10. Iss. 7. Pp. 4-15