

**Степаненко Анастасия Алексеевна,**

студент,

кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях,  
Институт экономики и управления,ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Федорова Ирина Константиновна,**

студент,

кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях,  
Институт экономики и управления,ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Земзюлина Вероника Юрьевна,**

ассистент,

кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях,  
Институт экономики и управления,ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

**ПЕРЕХОД ОТ ИНДУСТРИИ 4.0 К 5.0: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ***Аннотация:*

Устойчивое развитие социума является главенствующей парадигмой в современных условиях. Несмотря на тенденции фрагментации экономики, вызванные нарушением цепочек поставок вследствие санкционного давления, в нашей стране сохраняется фокус на устойчивость всех аспектов деятельности предприятий, поддержку населения и экологичность применяемых в производствах технологий. Одним из ключевых факторов эффективной реализации устойчивых практик, способствующих достижению целей устойчивого развития, является внедрение в производство цифровых технологий, ускоряющих и оптимизирующих развитие предприятия и, как следствие, отрасли в целом. В данной статье рассматриваются основные тенденции в области цифровизации и перспективные направления развития для перехода от Индустрии 4.0 к 5.0.

*Ключевые слова:*

Индустрия 4.0, Индустрия 5.0, цифровизация, устойчивое развитие, человеческий капитал.

Период дестабилизации мировой экономики и беспрецедентного санкционного давления, с одной стороны, бросает новые вызовы для российских предприятий, с другой – открывает новые возможности для наращивания собственного потенциала. Технологический суверенитет является ключевой целью экономического развития страны – импортозамещающие производства выходят на первый план, а собственные разработки играют решающую роль в повышении эффективности деятельности предприятий. В связи с этим все более актуальными становятся вопросы цифровизации, отраженные в том числе в достаточно распространенной концепции Индустрии 4.0. Однако в настоящее время свое развитие находит ее новое воплощение – Индустрия 5.0. В данном исследовании предлагается познакомиться с новой концепцией и определить тенденции и перспективы перехода российских предприятий к пятому этапу промышленной революции, базирующейся не только на технологиях, но и на принципах устойчивого развития.

Прежде, чем изучить сущность Индустрии 5.0, предлагается рассмотреть основы концепции Индустрия 4.0 и провести ретроспективный анализ отечественных достижений в области Индустрии 4.0.

Индустрия 4.0 – это четвертый этап промышленной революции, который характеризуется повсеместным внедрением киберфизических систем в бизнес-процессы. Киберфизическая система – это комплексная система из вычислительных и физических элементов, которая непрерывно получает данные из окружающей среды и использует их для дальнейшей оптимизации бизнес-процессов. Данные системы объединяются в одну сеть, имеют связь друг с другом в режиме реального времени, самостоятельно настраиваются и обладают способностью самообучаться новым моделям поведения. Такие сети могут выстраивать производства с меньшим количеством ошибок, взаимодействовать с производимыми товарами и при необходимости адаптироваться под новые запросы потребителей в полностью автономном режиме без участия человека [1].

Основными инструментами Индустрии 4.0 являются облачные вычисления и Интернет вещей. Первый из них заключается в размещении в сети Интернет информации, позволяющей осуществлять удалённый доступ к приложениям и сохранённым данным. Интернет вещей также основывается на использовании облака для хранения автоматизация процессов объектов, которые синхронизируется с Интернетом: например, удалённое освещение. В Индустрии 4.0 данные инструменты активно внедряются и используются производственных процессов, которые контролируются как людьми, так и машинами и перемещают их в облако, откуда информацией можно управлять из любой точки мира. Также характерными элементами Индустрии 4.0 являются искусственный интеллект, Big data, цифровой двойник, геоинформационные системы [2].

Для оценки перспектив перехода российских предприятий к Индустрии 5.0 был проведен ретроспективный анализ и исследованы тенденции, сформировавшиеся в эпоху Индустрии 4.0. Курс на формирование цифровой экономики был взят в конце 2016 г.: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ определило приоритетным направлением деятельности «Цифровая экономика РФ», которое включает в себя федеральные проекты, охватывающие различные стороны данного направления. Нами были определены несколько показателей цифровизации для рассмотрения: на рисунках 1 и 2 представлена динамика затрат на развитие цифровой экономики в РФ за последние 5 лет и удельный вес организаций, использовавших цифровые технологии в 2019-2022 гг.

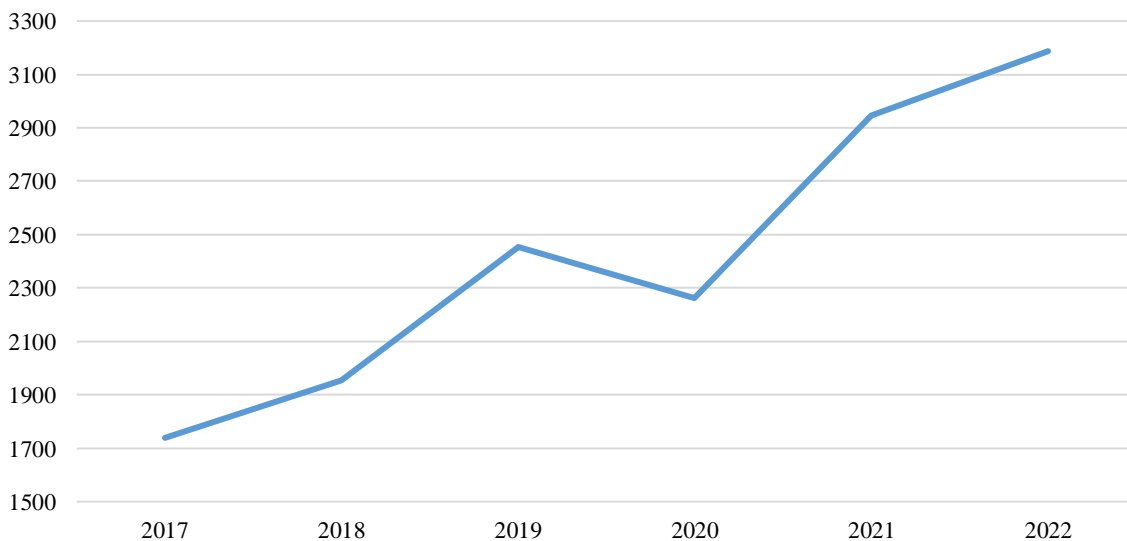


Рисунок 1 – Внутренние затраты на развитие цифровой экономики РФ за 2017-2022 гг., млрд руб. [3, 4]

Из графика видно, что валовые внутренние затраты на развитие цифровой экономики РФ растут на протяжении 5 лет. Рост затрат свидетельствует об увеличении вложений в развитие цифрового пространства и передовые технологии: так, в 2022 году затраты на цифровизацию составили около 3 трлн рублей, что на 8% выше, чем в предыдущем году. При этом наибольший удельный вес в общем объеме расходов составили затраты по статье «Приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями».

Также была проанализирована динамика использования различных технологий Индустрии 4.0 на российских предприятиях. По данным рисунка 2 можно отметить, что наиболее активно внедряются такие инструменты Индустрии 4.0, как облачные сервисы, технологии сбора, обработки и анализа больших данных, а также цифровые платформы. Снижение популярности Интернета вещей в 2022 г. связано, вероятнее всего, с введенными санкциями и уходом иностранных компаний из России, что существенно осложнило процессы приобретения и внедрения технологий. Таким образом, можно сделать вывод о том, что российская экономика активно развивается в направлении цифровизации: предприятия активно инвестируют в инструменты Индустрии 4.0 и внедряют их.

Необходимо учесть, что Индустрия 4.0 содержит в себе не только многообещающие перспективы в качестве увеличения прибыли, инвестиций и технологических достижений, но и угрозы для деятельности компаний. Например, риски кибератаки и утечки данных, угроза конфиденциальности, а особенно остро стоит вопрос занятости населения – все больше процессов становятся полностью автоматизированными и не требуют большого количества людей, что влечет за собой снижение числа рабочих мест и рост безработицы. На решение в том числе данного противоречия направлена Индустрия 5.0 – рассмотрим сущность данной концепции.

Примерно через десять лет после внедрения Индустрии 4.0 Европейская Комиссия объявила об Индустрии 5.0 в ответ на возникающие социальные вызовы – концепция появилась как видение промышленности, стремящейся выйти за рамки эффективности и производительности в направлении уважения человеческих ценностей и содействия удовлетворению жизненно важных потребностей общества.

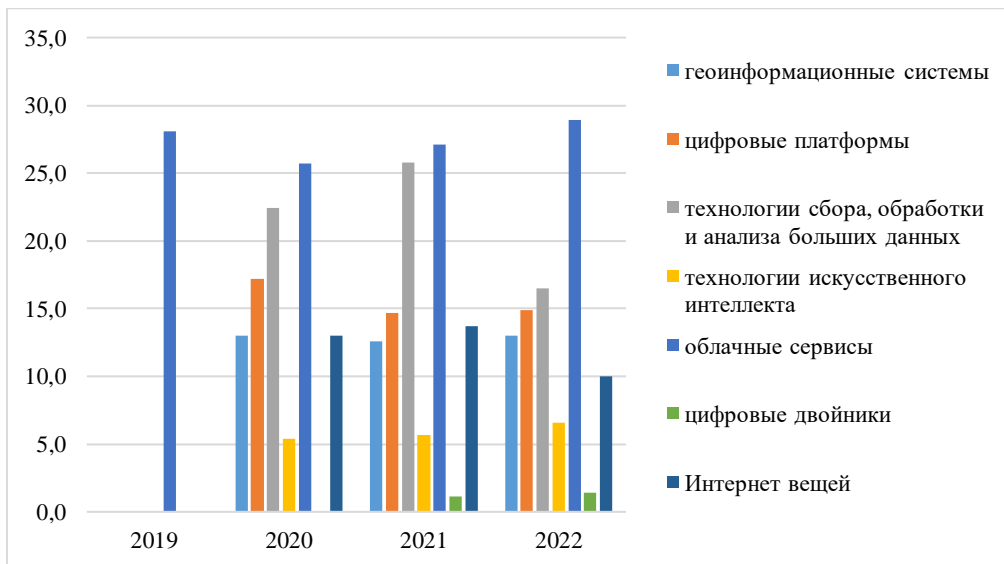


Рисунок 2 – Удельный вес организаций, использовавших цифровые технологии в РФ в 2019-2022 гг., % [3, 4]

Основная цель Индустрии 5.0 – создание человекоцентричной производственной системы, где именно индивид играет ключевую роль в проектировании и управлении во взаимодействии с передовыми технологиями производства. Это включает в себя такие принципы, как персонализация продуктов, индивидуальная настройка процессов, возможность быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и реализация инновационных идей. Суть концепции заключается в достижении синергетического эффекта от использования творческого и интеллектуального потенциала человека и новейших технологий, таких как расширенная реальность (AR), виртуальная реальность (VR), киберфизические системы (CPS) и автономные роботы, что позволяет предприятиям не только повышать эффективность деятельности, но и сохранять и развивать человеческий капитал и следовать принципам устойчивого развития [5].

Индустрия 5.0 возникает в результате эволюции и развития предыдущих индустриальных революций и определенных факторов, включая:

- потребность в более гибком и индивидуализированном производстве: одной из главных предпосылок для появления Индустрии 5.0 является потребность предприятий и потребителей в более гибком и индивидуализированном подходе к производству – в современном мире растет спрос на уникальные продукты и возможность быстрого реагирования на изменения спроса и требований рынка;
- нарастающие темпы технологического прогресса: распространение, виртуальной и дополненной реальности, облачных вычислений и других атрибутов Индустрии 4.0, а также интенсивное развитие искусственного интеллекта создает новые возможности для их интеграции в производственные процессы: перечисленные достижения науки обеспечивают сотрудничество человека и робота, расширяют возможности производства и позволяют создавать более интеллектуальные и гибкие системы;
- устойчивость и экологическое развитие: Индустрия 5.0 стремится к созданию производственных систем, которые учитывают экологические последствия и минимизируют отрицательное воздействие на окружающую среду, что включает в себя энергоэффективность, утилизацию отходов, использование возобновляемых источников энергии и общую экологическую ответственность;
- изменение роли человеческого капитала в производстве: концепция уделяет первоочередное внимание взаимодействию между человеком и роботом – объединение творческого и интеллектуального потенциала человека и автоматизированных систем способствует достижению оптимальных результатов во всех трех аспектах устойчивого развития: экологическом, социальном и экономическом.

Перечисленные факторы создают предпосылки для появления новой концепции и меняют подход к производству, что способствует развитию и автоматизации производственных систем без исключения человеческого фактора, а, напротив, с использованием всего его потенциала. Можно сказать, что Индустрия 5.0 – следующая ступень развития Индустрии 4.0, цель которой – не допустить вытеснения человеческого труда технологиями, а упростить его и заменить функции сотрудников на более интеллектуальные и творческие.

Ключевые концептуальные отличия Индустрий 4.0 и 5.0 представлены на рисунке 3.

Индустрия 5.0 также играет важную роль в достижении целей устойчивого развития России. Внедрение принципов и технологий Индустрии 5.0 может способствовать решению следующих задач:

- экологически и социально ответственное производство: использование инновационных подходов в Индустрии 5.0 позволяет контролировать процессы и добиваться более эффективного использования энергии и ресурсов, что способствует снижению количества производственных отходов и минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду;

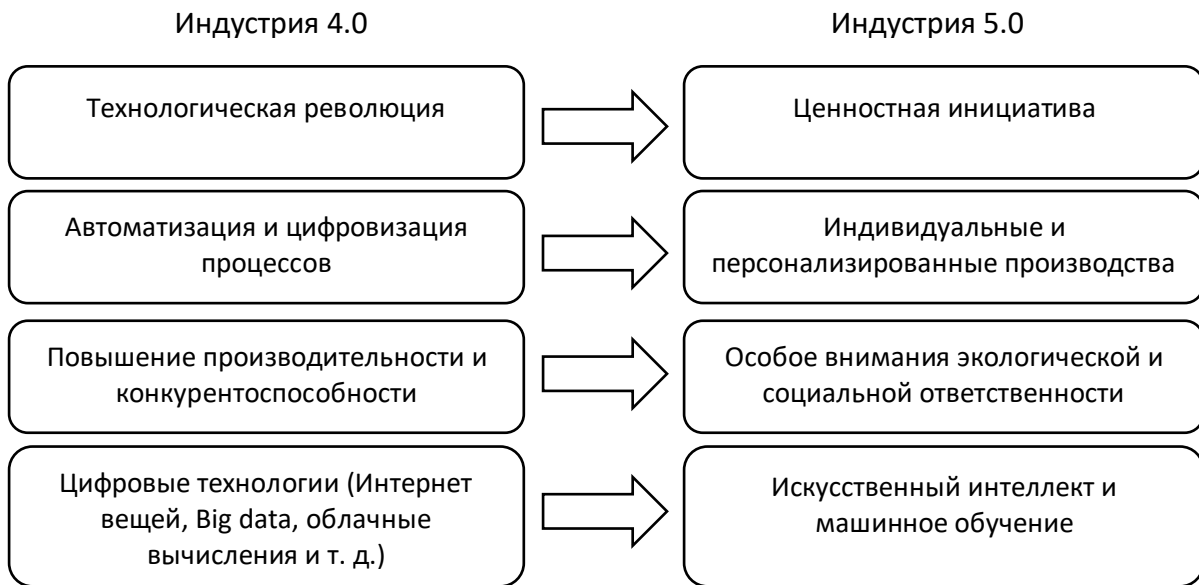


Рисунок 3 – Отличия Индустрии 4.0 от Индустрии 5.0 [6]

- инновации и конкурентоспособность: Индустрия 5.0 основывается на внедрении передовых технологий, таких как искусственный интеллект, цифровые двойники и т.д., что позволяет повышать качество и эффективность производства, разрабатывать инновационные продукты и услуги, а также повышать конкурентоспособность российской экономики на мировом рынке;

- повышение занятости населения: Индустрия 5.0 предлагает новые возможности для сотрудничества между человеком и технологиями, позволяет создавать новые рабочие места и способствует развитию человеческого капитала – для этого необходимо обеспечивать подготовку и переподготовку кадров, обеспечивая возможность работать с новыми технологиями и осуществлять управление интеллектуальной автоматизацией;

- внедрение концепции может способствовать сбалансированному развитию регионов России: привлечение инвестиций в инновационные технологии и развитие цифровой инфраструктуры в отдаленных и малообеспеченных регионах способствует сокращению неравенства и созданию новых возможностей для экономического роста;

- оптимизация и упрощение производственных процессов: Индустрия 5.0 направлена на внедрение цифровых решений и их взаимодействие с человеком, что позволяет не только ускорять бизнес-процессы и снижать риски, но и создавать более гибкое и индивидуализированное производство, повышая конкурентоспособность предприятий [7].

Для перехода к Индустрии 5.0 в ходе исследования были предложены шаги, представленные на рисунке 4.



Рисунок 4 – Шаги для перехода к Индустрии 5.0. Предложено автором

Перечисленные шаги способствуют внедрению Индустрии 5.0 и использовать все преимущества передовых технологий для улучшения производства и развития бизнеса.

Отвечая на главный вопрос исследования: «Готова ли российская экономика к переходу к Индустрии 5.0?», сложно дать однозначный ответ. Подготовка к переходу к Индустрии 5.0 зависит от многих факторов, включая готовность компаний к внедрению новых технологий, наличие квалифицированных специалистов, доступность инфраструктуры для цифровизации производства и поддержка со стороны государства. В России уже существуют успешные примеры внедрения передовых технологий в производство, такие как цифровые двойники и многие другие, а стратегии импортозамещения стимулируют развитие собственных цифровых решений. Стратегии устойчивого развития также находят свое воплощение на разных уровнях: предприятий, городов, регионов, страны. Однако, по нашему мнению, для полноценного перехода к Индустрии 5.0 необходимо уделить большее внимание развитию цифровой инфраструктуры, обучению специалистов в области цифровых технологий и созданию условий для повсеместного внедрения инноваций. Переход России к Индустрии 5.0 представляет собой сложный и многосторонний процесс, требующий сотрудничества государства, бизнес-сектора, образовательных учреждений и других заинтересованных сторон, но, определенно, наша страна обладает достаточным потенциалом для его успешной реализации.

### **Благодарности**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-78-10165, <https://rscf.ru/project/23-78-10165/>.

The study was supported by the Russian Science Foundation grant № 23-78-10165, <https://rscf.ru/project/23-78-10165/>.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Тарасов И. В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития // Стратегии бизнеса. – 2018. – № 6. – С. 59.
2. Фомина А. В., Мухин К. Ю. Индустрия 4.0. Основные понятия, преимущества и проблемы // Экономический вектор. 2018, № 3. С. 34-36.
3. Информационное общество. Мониторинг развития информационного общества в РФ. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity> (дата обращения: 01.11.2023).
4. Индикаторы цифровой экономики: 2022: статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, С. А. Васильковский, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. НИУ ВШЭ, 2023. – 332 с.
5. Mariia Golovianko, Vagan Terziyan, Vladyslav Branytskyi, Diana Malyk. Industry 4.0 vs. Industry 5.0: Co-existence, Transition, or a Hybrid // Procedia Computer Science 217. – 2023. – С. 104-106.
6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: «О целях устойчивого развития». – URL: <https://rosstat.gov.ru/sdg> (дата обращения: 04.11.2023).
7. Бабкин А. В., Шкарупета Е.В., Плотников В. А. Управление кросс-отраслевым потенциалом развития в условиях Индустрии 5.0 // Экономическое возрождение России. 2022, № 2. С. 54-60.

#### **Stepanenko Anastasia Alekseevna,**

student,

Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises,  
Institute of Economics and Management,  
The Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin  
Yekaterinburg, Russian Federation

#### **Fedorova Irina Konstantinovna,**

student,

Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises,  
Institute of Economics and Management,  
The Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin  
Yekaterinburg, Russian Federation

#### **Veronika Zemziulina,**

assistant,

Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises,  
Institute of Economics and Management,  
The Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin  
Yekaterinburg, Russian Federation

## **TRANSITION FROM INDUSTRY 4.0 TO 5.0: TRENDS AND PROSPECTS**

### *Abstract:*

Sustainable development of society is the dominant paradigm in modern conditions. Despite trends in economic fragmentation caused by disruption of supply chains due to sanctions pressure, our country maintains a focus on the sustainability of all aspects of enterprise activity, support for the population and the environmental friendliness of the technologies used in production. One of the key factors for the effective implementation of sustainable practices that contribute to achieving sustainable development goals is the introduction of digital technologies into production, which accelerate and optimize the development of the enterprise and, as a consequence, the industry as a whole. This article discusses the main trends in the field of digitalization and promising areas of development for the transition from Industry 4.0 to 5.0.

### *Keywords:*

Industry 4.0, Industry 5.0, digitalization, sustainable development, human capital.

### *Acknowledgments*

The study was supported by the Russian Science Foundation grant № 23-78-10165, <https://rscf.ru/project/23-78-10165/>.