

Ценностно-ориентированная инициатива и рынок Индустрии 5.0 в контексте четвертой промышленной революции

И.А. Наугольнова, М.А. Измайлова

УДК 338.3

DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2025-4-267-282

Аннотация. В статье рассматривается концепция Индустрии 5.0 в контексте четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0). Выделены основные различия между этими этапами промышленного развития, представлен ответ на вопрос о том, является ли Индустрия 5.0 по своей сути революцией или же это эволюционное продолжение Индустрии 4.0. Проведен сравнительный анализ технологической и ценностной ориентированности обеих концепций. Определены ключевые проблемы и разработан алгоритм оценки и сегментации объемов рынка Индустрии 4.0 и 5.0. Обоснована авторская точка зрения, что Индустрия 5.0 является не столько технологическим скачком, сколько ценностно-ориентированной инициативой, смещающей фокус с автоматизации и цифровизации на устойчивое развитие, в котором тесно переплетены интересы общества, экономические, политические и экологические аспекты. При этом политика выступает связующим звеном, обеспечивающим синхронизацию действий во всех трех направлениях – экономике, экологии и обществе. Представлены рекомендации по внедрению принципов Индустрии 5.0 в деятельность промышленных предприятий.

Ключевые слова: Индустрия 5.0; Индустрия 4.0; промышленная революция; ценностно-ориентированная инициатива; устойчивое развитие; оценка рынка

Введение

Ускорение технического прогресса привело к тому, что промышленные революции сменяют друг друга с неслыханной скоростью. Всего через десятилетие после официального объявления Индустрии 4.0 начались обсуждения концепции Индустрии 5.0¹, которая призвана ответить на новые вызовы и потребности общества, включая устойчивое развитие, социальную ответственность и интеграцию человека в производственные процессы [Grabowska et al., 2022].

Первая промышленная революция началась в конце XVIII в. и была связана с переходом от ручного труда к машинному производству, использующему паровые и водяные двигатели. Вторая стартовала в конце XIX в. и опиралась на электрификацию производства, она привела к созданию производственных линий, используемых до сих пор. Третья, начавшаяся во второй половине XX в., характеризуется внедрением компьютеров и других

¹ Enabling Technologies for Industry 5.0 – Publications Office of the EU. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8e5de100-2a1c-11eb-9d7e-01aa75ed71a1/language-en>

информационно-коммуникационных технологий, что позволило автоматизировать множество производственных и иных бизнес-процессов.

Четвертая промышленная революция, также известная как Индустрия 4.0, возникла благодаря стремительному прогрессу цифровых технологий и их внедрению в производственные процессы. Ключевую роль в этом сыграли достижения в сфере интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ), больших данных и киберфизических систем (CPS). На их основе были созданы так называемые киберфизические производственные системы (CPPS), которые способны взаимодействовать друг с другом в реальном времени, принимать автономные решения и гибко адаптироваться к производству персонализированных продуктов. Движущей силой этих преобразований стала необходимость повышения производительности труда, гибкости и адаптивности производства к изменениям рыночного спроса и других факторов [Tikhonyuk, 2022].

Концепция Индустрии 4.0 была впервые представлена на Ганноверской ярмарке в 2011 г., в рамках высокотехнологичной стратегии правительства Германии [Guo et al., 2022]. И сегодня мы говорим уже об Индустрии 5.0, которая делает акцент на гармоничном взаимодействии между людьми и машинами, где технологии применяются не только для повышения производительности труда, но и для улучшения качества жизни и условий работы людей [Longo et al., 2020]. В одном из исследований Индустрия 5.0 ассоциируется «с SCBIN-конвергенцией (Socio-Cognito-Bio-InfoNano), в которой социальные, когнитивные, биологические, информационные и нанотехнологии сливаются для создания новых форм производства и социальной организации» [Бабкин и др., 2023].

Важно отметить, что в отличие от предыдущих этапов промышленной революции, которые были четко определены радикальными изменениями в производственных технологиях и методах, Индустрия 5.0 представляет собой более гуманизированный и инклюзивный подход в том числе к технологиям, которые были внедрены в ходе Индустрии 4.0. Это дало повод некоторым ученым [Murtaza et al., 2024; Kans, Campos, 2024] рассматривать ее как продолжение четвертой промышленной революции, эволюционное развитие, направленное на решение проблем и реализацию возможностей, выявленных в ходе Индустрии 4.0. Однако есть и такие авторы, которые говорят о возможности полного перехода к Индустрии 5.0, подчеркивая ее революционный характер, считая, что Индустрия 4.0 находится на стадии своего завершения в развитых странах [Jiménez et al., 2024].

В отечественной литературе фундаментальные работы, посвященные вопросам перехода к Индустрии 5.0 и ее сущности, практически отсутствуют. Чтобы восполнить этот пробел и способствовать научной дискуссии о перспективах развития промышленности в условиях перехода к Индустрии 5.0, авторы настоящей статьи ставят перед собой задачу ответить на логичные вопросы: 1) действительно ли Индустрия 4.0 игнорирует ориентированность на человека, аспекты устойчивого развития? 2) насколько отличаются технологии Индустрии 5.0 от тех, что свойственны для Индустрии 4.0? 3) как будут выглядеть пути развития промышленности в рамках Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0?

По мнению авторов, полученные ответы не только будут способствовать теоретическому осмыслению концепции Индустрии 5.0, но и могут стать основой для выработки практических рекомендаций по внедрению ценностей концепции в деятельность отечественных промышленных предприятий, с учетом их специфики и стратегических приоритетов.

Задачами исследования является представление и описание ценностно-ориентированной инициативы Индустрии 5.0 на основе качественного сравнения с Индустрией 4.0; разработка поэтапного алгоритма и выявление проблем оценки объемов соответствующих рынков; обозначение путей развития промышленности в рамках Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0.

Ценностно-ориентированная инициатива развития промышленности Индустрии 5.0

Переход к Индустрии 5.0 связывают со множеством глобальных проблем и событий, подрывающих устойчивость экономического развития, основанного на прежних принципах. Ключевым из них является изменение климата, обусловленное экологически «грязными» способами производства. Глобализация, автоматизация и роботизация бизнес- и производственных процессов, несмотря на все свои преимущества, также привели к ряду негативных последствий, таких как рост социального неравенства, сокращение рабочих мест и ухудшение условий труда в некоторых отраслях [Carayannis et al., 2021]. Значительную роль сыграла пандемия COVID-19, подчеркнув важность таких характеристик производственных систем, как гибкость, адаптивность, финансово-экономическая устойчивость, а также необходимость защиты здоровья и благополучия работников [Sarkis, 2020].

Индустрия 5.0 отвечает на эти вызовы посредством более инклюзивных и человекоориентированных подходов к управлению предприятиями, при которых применяемые технологии не только повышают производительность труда, но и улучшают их условия, способствуют созданию новых рабочих мест, требующих более широкого и высокого уровня компетенций, человеческих навыков и профессиональной квалификации [Бабкин и др., 2022].

Изучение научной литературы, докладов Европейской комиссии² позволило обобщить мнения и дать следующее определение Индустрии 5.0.

² European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. Available at: https://research-andinnovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/allpublications/industry-50-towards-sustainable-human-centric-and-resilient-europeanindustry_en

Industry 5.0, a Transformative Vision for Europe. December 2021. European Commission. Directorate-General for Research and Innovation; Industry 5.0 Roundtable. European Commission. Meeting Report. Brussels. April 27. 2022. Available at: https://research-andinnovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en#what-is-industry-50 (accessed 12.10.2023).

Enabling Technologies for Industry 5.0 – Publications Office of the EU. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8e5de100-2a1c-11eb-9d7e-01aa75ed71a1/language-en>

Индустрия 5.0 – это новая ценностно-ориентированная инициатива развития промышленности, которая фокусируется на сотрудничестве людей и машин, акцентируя внимание на социальной и экологической устойчивости, человекоцентричности и интеграции высоких технологий с человеческим интеллектом и творчеством (рис. 1).



Источник. Составлено авторами с частичной ориентацией на работы зарубежных исследователей [Breque et al., 2021; Borchardt et al., 2022].

Рис. 1. Основные ценности Индустрии 5.0

Человекоцентричность, или человекоориентированный подход, акцентирует внимание на интересах и потребностях работников. В результате ожидается трансформация отношения к производственным рабочим от «затрат» к «инвестициям» [Lu et al., 2021]. В рамках Индустрии 5.0 речь идет о создании безопасной и инклюзивной рабочей среды, в которой приоритет отдается физическому, психическому здоровью и благополучию сотрудников [Alves et al., 2023].

Экологическая устойчивость предполагает повторное использование и/или переработку природных ресурсов, сокращение отходов и негативного воздействия на окружающую среду, что и в конечном итоге ведет к циркулярной экономике с более высокой эффективностью и результативностью использования ресурсов [Alves et al., 2023; Borchardt et al., 2022].

Интеграция высоких технологий с человеческим интеллектом и творчеством предполагает рациональное использование новейших технологий, недопущение доминирования искусственного интеллекта и его негативного влияния на жизнь человека, уровень занятости (трудоустройство), уровень и качество жизни и другие аспекты [Borchardt et al., 2022].

Подчеркнем, что ни в официальных документах ЕК³, ни в работах процитированных авторов Индустрия 5.0 не позиционируется с точки зрения ее революционного характера, а предстает как ценностно-ориентированная инициатива. Эту интерпретацию поддержал и Институт экономики УРО РАН в ходе конференции 25–27 октября 2023 г.⁴ И тому есть объяснение.

Инициатива подразумевает осознанное начало нового этапа развития, основанного на пересмотре целей, ценностей и подходов [Voin, 2024].

Словарное определение гласит, что инициатива – это «интерес к новым формам деятельности, выражающийся в добровольном участии, в творческом отношении к труду, в ответственности за конечный результат дела»⁵. Ее *добровольный* характер подчеркивают и многие исследователи: «инициатива выражается в добровольной деятельности на благо общества или в личных интересах, в творческом отношении к труду; характеризуется тем, что человек берет на себя большую меру ответственности, чем этого требует простое соблюдение общепринятых норм» [Вишнякова, 1999]. Термин «инициатива» отражает добровольность, стратегическую целенаправленность и объединение усилий для внедрения ценностно-ориентированных изменений, в отличие от революций, которые часто связаны с радикальными и не всегда управляемыми процессами [Voin, 2024].

Ценностно-ориентированная инициатива развития промышленности в отличие от революционных изменений предполагает не коренную перестройку технологической и производственной базы, а переосмысление целей

³ European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. Available at: https://research-andinnovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/allpublications/industry-50-towards-sustainable-human-centric-and-resilient-europeanindustry_en

Industry 5.0, a Transformative Vision for Europe. December 2021. European Commission. Directorate-General for Research and Innovation; Industry 5.0 Roundtable. European Commission. Meeting Report. Brussels. April 27. 2022. Available at: https://research-andinnovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en#what-is-industry-50 (accessed 12.10.2023).

Enabling Technologies for Industry 5.0 – Publications Office of the EU. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8e5de100-2a1c-11eb-9d7e-01aa75ed71a1/language-en>

⁴ Agenda DTI2023 v6 22–10–2023 RU.pdf. Available at: <https://dti-conf.ru/gallery/Agenda%20DTI2023%20v6%2022-10-2023%20RU.pdf>

⁵ ИНИЦИАТИВА – это // Педагогический тезаурус. 2016 г. URL: <https://didacts.ru/termin/iniciativa.html>

и приоритетов, на которых основывается развитие промышленного сектора. Индустрия 5.0, будучи продолжением и развитием идей Индустрии 4.0, акцентирует внимание не столько на технологическом прорыве, сколько на изменении философии взаимодействия технологий, общества и окружающей среды.

Таким образом, в настоящем исследовании Индустрия 5.0 понимается как инициированное усилие множества заинтересованных сторон – от правительств и бизнеса до научного сообщества и общества в целом – направленное на формирование гармоничной экосистемы, где технологии служат людям и природе. В отличие от Индустрии 4.0, которая была сосредоточена на автоматизации и цифровизации процессов производства с помощью Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта (ИИ), Индустрия 5.0 ставит во главу угла гармонию человека и технологий, нацелена на создание более устойчивого и социально ответственного производства.

Качественное сравнение Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0. представлено в таблице 1.

Таблица 1. Качественное сравнение Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0

Параметр	Индустрия 4.0	Индустрия 5.0
Цель	Автоматизация и цифровизация производства	Сотрудничество человека и машины, устойчивое развитие
Технологии	IoT, ИИ, большие данные, киберфизические системы	Совместная работа с ИИ, гуманизация технологий, креативность
Роль человека	Снижение участия человека, контроль за автоматизацией	Активное участие, креативный вклад, сотрудничество с ИИ
Фокус	Эффективность, производительность труда, сокращение затрат, оптимизация бизнес-процессов	Персонализация, устойчивость, социальная ответственность
Социальная устойчивость и экологическая безопасность	Второстепенная цель, фокус на экономической эффективности	Центральная цель, акцент на экологическую и социальную устойчивость
Персонализация продукции	Ограниченная, стандартизированное производство	Высокий уровень, производство под индивидуальные потребности
Инновации	Технологические инновации	Гуманитарные (социальные, культурные, этические, инновации в трудовых отношениях, др.) и технологические инновации
Гибкость производства	Высокая, но в пределах автоматизированных систем	Очень высокая, благодаря сотрудничеству человека и технологии
Качество жизни работников	Средний акцент, улучшение условий труда через автоматизацию	Высокий акцент, гармония между работой и личной жизнью

Источник табл. 1, рис. 2. Составлено авторами.

Если Индустрия 4.0 движима технологиями, что позволяет говорить о ее революционном характере, то Индустрия 5.0 движима ценностями. Первая нуждается во второй, чтобы напомнить о существенных потребностях общества, его ценностях и ответственности как конечных целях; второй необходима первая для решения технологических задач.

Таким образом, Индустрия 5.0 представляет собой эволюционный шаг в развитии промышленности, стремление к более социально и экологически устойчивому бизнесу, где технологии служат дополнением к человеческим возможностям, а не их заменой. По этой причине, на наш взгляд, нет оснований именовать ее технологической революцией.

По мнению некоторых исследователей [Leng et al., 2022], в основе Индустрии 5.0 лежат применение совместного интеллекта (сотрудничество между искусственным интеллектом и людьми), системная многогранность и гетерогенность целей общества, многосекторный симбиоз, многоотраслевая интеграция (междисциплинарный подход) и технологическая реструктуризация (трансформация технологий в сторону большей экологичности).

Другие авторы [Xu et al., 2021; Розанова, 2023; Borchardt, 2022] выделяют шесть характерных для Индустрии 5.0 перспективных технологий: 1) индивидуализированные технологии взаимодействия человека и машины; 2) биотехнологии; 3) цифровые двойники; 4) технологии энергоэффективности, возобновляемых источников энергии; 5) Искусственный интеллект; 6) технологии передачи, хранения и анализа больших данных.

Переплетение общественных, экономических, политических и экологических аспектов в Индустрии 5.0 схематически представлено на рисунке 2.

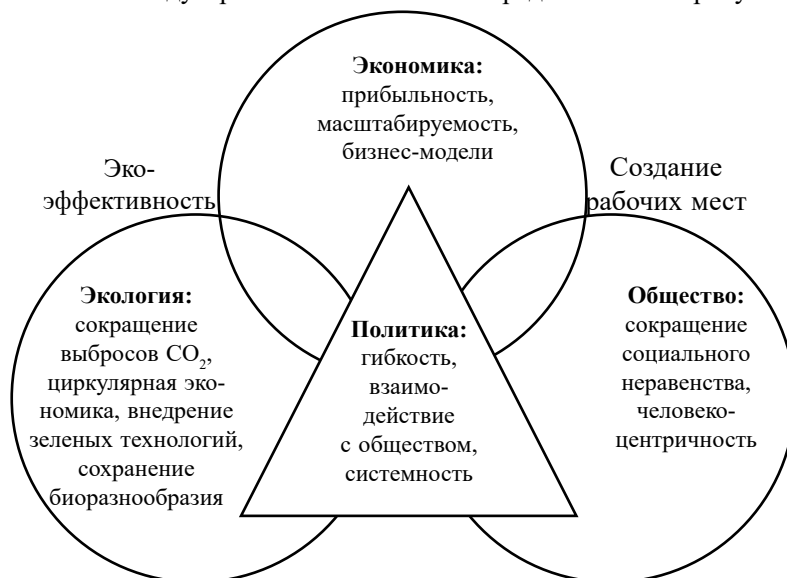


Рис. 2. Ценностно-ориентированная инициатива Индустрии 5.0

Политика обеспечивает синхронизацию действий во всех трех направлениях – экономике, экологии и обществе, поэтому изображена в форме треугольника и поставлена в середине схемы: акцент Индустрии 5.0 смещен с технологий и бизнеса на управление и регулирование, тем самым подчеркивается необходимость учета социальной составляющей, недопустимости исключения человека из процесса принятия управленческих решений.

Отметим, что для Индустрии 5.0 характерны некоторые уникальные проблемы, которые не наблюдались в прошлом⁶ [Breque et al., 2021]:

- социальная неоднородность с точки зрения ценностей и их принятия;
- необходимость измерения экологической и социальной ценности;
- междисциплинарность, требующая от исследователей и практиков большого числа компетенций, навыков и знаний;
- необходимость гармоничного развития всех составляющих экосистемы, требующая гибкого регулирования;

Независимо от того, как трактовать Индустрию 5.0, принимать этот термин или нет, нельзя отрицать, что ее основные ценности – ориентация на человека, социальная и экологическая устойчивость, устойчивое (рациональное, безопасное) взаимодействие человека и высоких технологий – сегодня являются основными движущими силами общественного прогресса [Borchardt et al., 2022].

Методы и проблемы оценки объемов рынков Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0

Согласно маркетинговому исследованию компании Research Nester, размер рынка Индустрии 5.0 в 2023 г. достиг ориентировочно 183 млрд долл. США, а к концу 2036 г. ожидается рост до 866 млрд долл.⁷ Методика оценки не раскрывается.

Консалтинговое агентство Global Market Insights в 2023 г. оценило рынок Индустрии 5.0 примерно в 51,5 млрд долл. США, а его будущий рост в период с 2024 по 2032 гг. на уровне 31,5%⁸. Расчеты сделаны на основе экспертной оценки стоимости продукции, произведенной предприятиями с применением таких технологий, как цифровые двойники, промышленные датчики, роботизация процессов, искусственный интеллект, дополненная и виртуальная реальность.

Исследовательская компания Marketsandmarkets сообщила, что стоимость рынка Индустрии 5.0 в 2024 г. составит 65,8 млрд долл. США, а к 2029 г. достигнет 255,7 млрд долл. при среднегодовом темпе 31,2%⁹.

⁶ Enabling Technologies for Industry 5.0 – Publications Office of the EU. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8e5de100-2a1c-11eb-9d7e-01aa75ed71a1/language-en>

⁷ Industry 5.0 Market Size & Share, Global Forecast Report 2036. Available at: <https://www.researchnester.com/reports/industry-50-market/3603>

⁸ 5.0 Размер рынка, доля и прогноз – 2032. URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/industry-5-0-market>

⁹ Industry 5.0 Market Size, Share, Trends & Industry growth Analysis – 2033. Available at: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/industry-5-market-35376359.html>

В российских исследованиях не найдены сведения об оценке объемов рынка Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0. Анализ зарубежных источников показал, что для оценки объемов рынка Индустрии 5.0 чаще всего применяются методики, базирующиеся на экспертных мнениях или на анализе данных о продажах, инвестициях, внедренных технологиях и других ключевых показателях рынка¹⁰. Довольно широкое распространение для прогнозирования будущих объемов рынка на основе текущих тенденций получили статистические методы¹¹. В последние годы в науке сформировался тренд на сценарный анализ развития рынка, основанный на предположениях о развитии технологий, экономических условий, политических факторов и других переменных¹².

В целом, разделение объемов рынка Индустрии 4.0 и 5.0 представляет собой сложную задачу, так как обе концепции тесно связаны между собой и часто используют одни и те же технологии.

Авторское видение сегментации рассматриваемых рынков, позволяющее в некоторой степени разграничить их, представлено в таблице 2.

Таблица 2. Сегментация рынков Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0

Сегмент	Индустрия 4.0	Индустрия 5.0
Автоматизация производства	Роботизация производственных линий, IoT для мониторинга процессов	Индивидуализированные технологии взаимодействия человека и машины, улучшение условий труда
Цифровизация	Цифровые двойники, аналитика больших данных	Искусственный интеллект для поддержки решений, персонализация продуктов
Энергетика	Энергоэффективность в производственных процессах	Возобновляемые источники энергии, технологии устойчивого развития
Здравоохранение	Автоматизация диагностических процессов, IoT для мониторинга здоровья пациентов	Биотехнологии, технологии улучшения условий труда и персонализации ухода за пациентами
Экологические технологии	Снижение выбросов, улучшение экологической эффективности производства	Устойчивое развитие, технологии энергосбережения и экологически чистые производственные процессы

¹⁰ 5.0 Размер рынка, доля и прогноз – 2032. <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/industry-5-0-market>

Industry 4.0 Market Size, Trends // Industry Forecast 2032. Available at: <https://www.imarcgroup.com/industry-4-0-market>

¹¹ Industry 4.0 Market Size, Share, Trends // CAGR of 20.7%. <https://market.us/report/industry-4-0-market/5.0>

Размер рынка, доля и прогноз – 2032. URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/industry-5-0-market>

¹² Индустрия 4.0 в 40 цифрах и фактах // РБК Тренды. Available at: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5daef6429a7947c1bfe43006>

Industry 4.0 Market Size USD240.55 Billion by 2027 | By Technology, Industry Vertical and Region. Available at: <https://www.emergenresearch.com/industry-report/industry-4-market>

Несмотря на имеющиеся различия в сегментации рынков Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, некоторые сегменты остаются спорными и осложняют оценку из-за их тесной взаимосвязи. Технологическая пересекаемость и синергия применяемых технологий приводят к тому, что те часто работают совместно, создавая дополнительные ценности. Имеет место неоднородность применения технологий по отраслям и регионам. Более того, эволюционный переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 происходит постепенно, чаще всего компании одновременно внедряют элементы обеих концепций.

Поэтому считаем, что оценка объемов рынка Индустрии 4.0 и 5.0 должна проводиться совместно, а при возможности – сравниваться доля влияния той или иной технологии на объем выпуска продукции. Суть метода заключается в оценке прироста объемов производства благодаря внедрению технологий Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0 относительно базисного года (накануне внедрения). Учитывая высокий уровень инфляции, оценка должна осуществляться в реальных ценах.

Общая последовательность этапов оценки объемов рынка Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0 показана в таблице 3.

И хотя теоретическое обоснование методов и алгоритмов оценки объемов рынков Индустрии 4.0 и 5.0 возможно, на практике такая работа сопряжена с рядом проблем. Одна из ключевых – отсутствие достаточных статистических и отчетных данных о применении тех или иных технологий в процессе производства продукции. Централизованный сбор и аналитика такой информации в настоящее время не проводятся, единых стандартов ее предоставления в корпоративных отчетах не существует, поэтому далеко не все предприятия раскрывают такие сведения. Вопрос о том, учитывать ли при оценке рынка полную стоимость конечного продукта или отдельного узла изделия либо конкретного этапа цепочки создания стоимости продукта, остается открытым. Учет стоимости конечного продукта может привести к завышению объемов рынка. В то же время для учета стоимости отдельных узлов изделия или этапов производственной цепочки требуется детальный анализ большого количества информации, что является крайне трудоемким процессом.

Существенная проблема оценки рассматриваемых рынков – возможность двойного счета, когда одни и те же технологии или процессы учитываются несколько раз на различных этапах производства и поставки продукции. Например, если технология IoT используется и в производстве, и на этапе логистики продукции, ее стоимость может быть включена в оценку объема рынка дважды, что приводит к завышению итоговых значений.

Для решения указанных проблем необходима разработка единых стандартов отчетности и учета для предприятий, применяющих технологии Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0 (в идеале – создание единой базы данных о применении соответствующих технологий), а также совершенствование методов статистического анализа. Важно разработать методы, которые позволят различать прямое и косвенное влияние технологий на стоимость продукции, а также избежать двойного счета. Это позволит получать более точные и сопоставимые показатели.

Таблица 3. Содержание, источники информации, измеряемые и оцениваемые метрики этапов оценки объемов рынков Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0

Этап	Описание	Источники, метрики	Индустрия 4.0	Индустрия 5.0
1.	Сбор данных о текущем состоянии рынка, объемах продаж, внедрениях технологий и инвестициях (опросы, анализ отчетов и патентов)	Отчеты аналитических компаний, базы данных патентов, отраслевые отчеты. Метрики: объем продаж (млрд \$), количество ИТ-проектов	Данные о технологиях автоматизации, цифровизации и IoT	Данные о технологиях взаимодействия человека и машины, биотехнологиях и устойчивом развитии
2.	Анализ собранных данных для выявления ключевых трендов, паттернов и сегментов рынка	Использование Python, R, Tableau, методов машинного обучения. Метрики: рост рынка (CAGR), доля рынка по сегментам, %		
3.	Выделение ключевых технологий и их отнесение к Индустрии 4.0 или 5.0, (классификация по стандартам, оценка зрелости технологий (Gartner Hype Cycle))	Метрики: количество технологий на этапе коммерциализации, уровень инвестиций	Робототехника, цифровые двойники, IoT, большие данные, автоматизация	Персонализация, биотехнологии, энергоэффективность, взаимодействие человека и машины, возобновляемые источники энергии
4.	Сегментация рынка (разделение на сегменты по отраслям, технологиям, регионам и приложениям)	Кластерный анализ, международные классификации (ISIC, NACE). Метрики: число компаний в сегменте, доля сегмента в общем объеме	Производство, здравоохранение, логистика и транспорт, др.	Производство, здравоохранение, энергетика, умные города, обучение и развитие персонала, др.
5.	Прогнозирование будущих объемов рынка	Использование статистических методов (эконометрические модели (ARIMA, VAR), сценарный анализ	Прогнозирование на основе текущих трендов автоматизации и цифровизации	Прогнозирование на основе внедрения персонализированных технологий, устойчивого развития и взаимодействия человека и машины
6.	Оценка объемов рынка – текущих и прогнозируемых, для каждого сегмента	Совмещение количественных и качественных данных. Метрики: текущий объем рынка (млрд \$), удельный вес технологий	Оцениваются рынки автоматизации, цифровизации и IoT	Оцениваются рынки персонализации, биотехнологий, устойчивого развития
7.	Проверка и верификация полученных данных и прогнозов	Сравнение с альтернативными исследованиями, привлечение отраслевых экспертов	Учитываются тренды автоматизации и цифровизации	Учитываются тенденции устойчивого развития и взаимодействия человека и машины
8.	Отчет и рекомендации	Структурирование полученных результатов, подготовка визуализаций, формулировка рекомендаций	Акцент на автоматизацию и цифровизацию	Акцент на устойчивое развитие и взаимодействие человека и машины

Централизованная база данных, содержащая информацию о применении передовых технологий на различных предприятиях и этапах производства, должна быть доступна для анализа и обновляться в реальном времени с тем, чтобы с ее помощью более объективно оценивать, разрабатывать новые и совершенствовать действующие национальные, региональные проекты и программы социально-экономического развития. Для создания такой базы могут быть применены регрессионные модели и методы машинного обучения.

Таким образом, оценка объемов рынков Индустрии 4.0 и 5.0 требует комплексного и систематического подхода, включающего разработку стандартов отчетности, создание централизованной базы данных и использование продвинутого аналитических методов. Только с их помощью можно будет получить достоверные и точные данные о состоянии и развитии этих рынков, пригодные для разработки и совершенствования национальных и региональных проектов и программ развития.

Развитие промышленности в рамках Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0

В этой части работы представлено наше мнение по поводу сформулированных вначале вопросов.

Действительно ли Индустрия 4.0 игнорирует ориентированность на человека, аспекты устойчивого развития?

Многие считают, что Индустрия 4.0 уделяет первоочередное внимание технологиям или технологическим решениям, что прослеживается как в государственных манифестах, так и в научно-исследовательских публикациях 2010-х гг. Однако авторы солидарны с коллегами, которые полагают, что ее нельзя упрекнуть в полном отсутствии внимания к вопросам человекоцентричности, социальной и экологической устойчивости¹³. Это прослеживается в процессном, проектном подходах к управлению бизнесом, приобретших особую популярность в последние годы, даже в концепции «бережливого производства», которая сформировалась задолго до Индустрии 4.0, но довольно большое внимание уделяет командной работе, учету мнения исполнителей бизнес-процессов и рядовых работников, мотивации персонала, стандартизации рабочих мест и другим аспектам развития человеческого капитала.

В то же время, несмотря на то, что Индустрию 5.0 нельзя охарактеризовать как классическую промышленную революцию, она представляет собой значительный сдвиг в парадигме промышленного производства. В отличие от Индустрии 4.0, где основной акцент делается на внедрении и интеграции отдельных высоких технологий, Индустрия 5.0 ставит в центр своего внимания

¹³ Securing the future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0 // Forschungsunion. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013.

системный подход, выходящий за рамки традиционного понимания рабочих мест и карьерного роста.

Отличаются ли технологии Индустрии 4.0 от тех, что свойственны Индустрии 5.0?

Boston Consulting Group в своем докладе обозначила 9 современных технологий (в том числе – сквозных), свойственных для Индустрии 4.0 – это автоматизация бизнес-процессов, симуляция (в том числе применение цифровых двойников), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, Интернет вещей (IoT), кибербезопасность, облачные вычисления, аддитивное производство, дополненная реальность, большие данные и аналитика¹⁴. В Индустрии 5.0 акцент делается на более целевых биотехнологиях и технологиях повышения энергоэффективности, возобновляемой энергии [Xu et al., 2021; Розанова, 2023; Borchardt, 2022].

Как будут выглядеть пути развития промышленности в рамках Индустрии 4.0 и 5.0?

Многие компании все еще находятся на пути к Индустрии 4.0, и этот путь не должен быть прерван. Но, возможно, его придется скорректировать, уделив больше внимания основным ценностям Индустрии 5.0.

В рамках Индустрии 4.0 промышленность продолжит развиваться за счет интеграции передовых цифровых технологий, таких как интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, аддитивные технологии и др. Будущее промышленности в этом контексте предполагает дальнейшую автоматизацию и цифровизацию производственных процессов, повышение эффективности и снижение затрат за счет использования автономных роботов и интеллектуальных систем управления. Горизонтальная и вертикальная системная интеграция позволит создать более гибкие и адаптивные производственные цепочки, где все элементы – от поставщиков до конечных пользователей – будут связаны в единую цифровую экосистему.

Индустрия 5.0, в свою очередь, направит развитие промышленности в сторону более гуманизированного и устойчивого подхода. Основное внимание будет уделено сотрудничеству человека и машины. Технологии будут использоваться не только для повышения производительности, но и для решения глобальных проблем, таких как изменение климата и социальное неравенство.

Заключение

В работе обоснован взгляд на Индустрию 5.0 как на ценностно-ориентированную инициативу (а не промышленную революцию), в которой тесно переплетены интересы общества, экономические, экологические и политические

¹⁴ Industry 4.0 Strategy Consulting Services // BCG. Available at: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0>

аспекты. Центральным ее элементом авторами выделена политика, что отражает смещение акцента с технологий и бизнеса на управление и регулирование.

Выявлены проблемы оценки объемов рынка Индустрии 4.0 и 5.0, разработан соответствующий алгоритм, включающий применимые методы и метрики для каждого этапа оценки.

Относительно путей развития промышленности авторы считают, что в рамках Индустрии 4.0 промышленность продолжит развиваться за счет интеграции передовых цифровых технологий, что предполагает дальнейшую автоматизацию и цифровизацию производственных процессов; Индустрия 5.0, в свою очередь, направит развитие промышленности в сторону более гуманизированного и устойчивого подхода, где особое внимание уделено сотрудничеству человека и машины при доминировании первого.

Литература/References

- Бабкин А.В., Корягин С.И., Либерман И.В., Клачек П.М., Богданова А.А., Сагамелян Н.Х. Индустрия 5.0: Нейро-цифровой инструментарий стратегического целеполагания и планирования // ТТПС. 2022. № 3 (61). [Эл. ресурс].
- Babkin, A.V. et al. (2022). Industry 5.0: Neuro-digital tools for strategic goal setting and planning. *Tekhniko-tehnologicheskiye Problemy Servisa*. No. 3 (61). (In Russ.).
- Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0 // *π-Economy*. 2023. № 16 (5). С. 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
- Babkin, A.V., Shkarupeta, E.V., Tashenova, L.V. (2023). Methodology for assessing the convergence of digital industrialization and industrial digitalization in the context of Industry 4.0 and 5.0. *π-Economy*. No. 16 (5). Pp. 91–108. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
- Вишнякова С.М. Профессиональное образование: Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. М.: НМЦ СПО, 1999. 538 с.
- Vishnyakova, S.M. (1999). *Professional education: Dictionary*. Key concepts, terms, current vocabulary. Moscow: NMC SPO. 538 p. (In Russ.).
- Розанова М.Н. Индустрия 5.0: золотой век или прыжок в темноту? // Вестник Института экономики РАН. 2023. № 6. С. 61–77.
- Rozanova, M.N. (2023). Industry 5.0: Golden Age or Leap into the Dark? *The Bulletin of the Institute of Economics of the RAS*. No. 6. Pp. 61–77. (In Russ.).
- Alves, J., Lima, T.M., Gaspar, P.D. (2023). Is industry 5.0 a human-centred approach? a systematic review. *Processes*. Vol. 11. No. 1. 193 p.
- Borchardt, M. et al. (2022). Industry 5.0 beyond technology: an analysis through the lens of business and operations management literature. *Organizacija*. Vol. 55. No. 4. Pp. 305–321.
- Breque, M. et al. (2021). Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Vol. 46.

- Carayannis, E. G. et al. (2021). Smart environments and techno-centric and human-centric innovations for Industry and Society 5.0: A quintuple helix innovation system view towards smart, sustainable, and inclusive solutions. *Journal of the Knowledge Economy*. Pp. 1–30.
- Grabowska, S., Saniuk, S., Gajdzik, B. (2022). Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0. *Scientometrics*. Vol. 127. No. 6. Pp. 3117–3144.
- Guo, D. et al. (2022). Towards synchronization-oriented manufacturing planning and control for Industry 4.0 and beyond. *IFAC-PapersOnLine*. Vol. 55. No. 2. Pp. 163–168.
- Jiménez, Rios A. et al. (2024). Industry 5.0, towards an enhanced built cultural heritage conservation practice. *Journal of Building Engineering*. Vol. 96. 110542. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110542>
- Kans, M., Campos, J. (2024). Digital capabilities driving industry 4.0 and 5.0 transformation: Insights from an interview study in the maintenance domain. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. No. 10(4). <http://dx.doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100384>
- Leng, J. et al. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 65. Pp. 279–295.
- Longo, F., Padovano, A., Umbrello, S. (2020). Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: A human-centric perspective for the design of the factory of the future. *Applied Sciences*. Vol. 10. No. 12. 4182 p..
- Lu, Y. et al. (2021). Humans are not machines – anthropocentric human–machine symbiosis for ultra-flexible smart manufacturing. *Engineering*. Vol. 7. No. 6. Pp. 734–737.
- Murtaza, A. et al. (2024). Paradigm Shift for Predictive Maintenance and Condition Monitoring from Industry 4.0 to Industry 5.0: A Systematic Review, Challenges and Case Study. *Results in Engineering*. Vol. 24. 102935. [10.1016/j.rineng.2024.102935](https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102935)
- Sarkis, J. (2020). Supply chain sustainability: learning from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 41. No. 1. Pp. 63–73.
- Tikhonyuk, N., Paitaeva, K.T., Ivanova, S.V. (2022). Digital Production and Biotechnology as a New Techno-Economic Paradigm. *BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference “Innovations, Technological Solutions and Management in Modern Biotechnology and Biomedicine” (ITSM-2022)*, Pushchino, Russia. Vol. 57. P. 01003. DOI: [10.1051/bioconf/20235701003](https://doi.org/10.1051/bioconf/20235701003).
- Voin, A. M. (2024). Scientific and technological progress, risks, adaptation, future of humanity. *Bulletin d'Eurotalent-FIDJIP*. No. 1. Pp. 39–44. EDN WKZVGW
- Xu, X. et al. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 61. Pp. 530–535.

Статья поступила 12.08.2024

Статья принята к публикации 28.01.2025

Для цитирования: Наугольнова И.А., Измайлова М.А. Ценностно-ориентированная инициатива и рынок Индустрии 5.0 в контексте четвертой промышленной революции // ЭКО. 2025. № 4. С. 267–282. DOI: [10.30680/ECO0131-7652-2025-4-267-282](https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2025-4-267-282)

Информация об авторах

Наугольнова Ирина Александровна (Самара, РФ) – доктор экономических наук, доцент, профессор. Самарский государственный экономический университет.

E-mail: naugolnovaia@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4360-6147

Измайлова Марина Алексеевна (Москва, РФ) – доктор экономических наук, профессор. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации.

E-mail: m.a.izmailova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7558-9639

Summary

I.A. Naugolnova, M.A. Izmaylova

Value-based Initiative and Industry 5.0 Marketplace within the Framework of the Fourth Industrial Revolution

Abstract. The paper considers the concept of Industry 5.0 in the framework of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0). The main differences between these stages of industrial development are highlighted, and the answer to the question of whether Industry 5.0 is essentially a revolution or an evolutionary continuation of Industry 4.0 is suggested. A comparative analysis of the technological and value orientation of both concepts is carried out. The study identifies the main problems and develops an algorithm for estimating and segmenting the market volumes of Industry 4.0 and Industry 5.0. The authors substantiate their view that Industry 5.0 is not so much a technological leap as a value-oriented initiative that shifts the focus from automation and digitalization to sustainable development, in which the interests of society, economic, political and environmental aspects are closely intertwined. At the same time, policy acts as a connecting link that ensures synchronization of actions in all three areas – economy, ecology and society. Recommendations for the implementation of Industry 5.0 principles in the activities of industrial enterprises are given.

Keywords: *Industry 5.0; Industry 4.0; industrial revolution; value-driven initiative; sustainable development; market assessment*

For citation: Naugolnova, I.A., Izmaylova, M.A. (2025). Value-based Initiative and Industry 5.0 Marketplace within the Framework of the Fourth Industrial Revolution. *ECO*. No. 4. Pp. 267–282. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2025-4-267-282

Information about the authors

Naugolnova, Irina Aleksandrovna (Samara, Russia) – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor. Samara State University of Economics.

E-mail: naugolnovaia@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4360-6147

Izmailova, Marina Alekseevna (Moscow, Russia) – Doctor of Economic Sciences, Professor. Financial University under the Government of the Russian Federation.

E-mail: m.a.izmailova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7558-9639