

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338.32

DOI: 10.26730/2587-5574-2022-3-28-38

ОБЗОР НАЦИОНАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ ПЕРЕХОДА К ИНДУСТРИИ 5.0

Ху Тинтин

Чжунхай Промышленная Компания, КНР



Информация о статье

Поступила:

10 Августа 2022 г.

Одобрена после рецензирования:

27 Сентября 2022 г.

Принята к публикации:

12 Октября 2022 г.

Ключевые слова: Индустрия 5.0, национальные стратегии, человекоцентричность, цифровое благополучие, импортозамещение, устойчивое развитие

Аннотация.

Грядущий технологический переход к пятой промышленной революции будет связан с человекоцентричной экономикой, цифровым благополучием индивидов и всего общества, экологически безопасным производством и инвестированием. Вместе с тем темпоральная близость Индустрии 5.0 к недавно анонсированной Индустрии 4.0 объясняет недостаток программных и стратегических документов в сфере пятой промышленной революции. Неизбежность разработки стратегии трансформации экономики России в направлении Индустрии 5.0 требует анализа национальных программных документов в данной области. Гипотеза исследования, представленного в статье, может быть сформулирована как человекоцентричная экономика, связанная с переориентацией на ценности человека и окружающей среды, формирующаяся в условиях нового технологического перехода, поддерживаемого альянсом бизнеса и государства. В соответствии с этим в статье рассмотрены содержание феномена Индустрии 5.0 и ряд национальных стратегий – «Индустрия 5.0» Евросоюза, «Сделано в Китае 2025» и «Общество 5.0» Японии в свете применимости их положений в российских условиях..

Для цитирования: Ху Тинтин. Обзор национальных стратегий перехода к Индустрии 5.0 // Экономика и управление инновациями. 2022. № 3 (22). С. 28-38. DOI: 10.26730/2587-5574-2022-3-28-38

REVIEW OF NATIONAL STRATEGIES FOR TRANSITION TO INDUSTRY 5.0

Hu Tingting

Zhonghai Industrial Co., Ltd., PRC



Article info

Submitted:

10 August 2022

Approved after reviewing:

27 September 2022

Accepted for publication:

12 October 2022

Keywords:

Industry 5.0, national strategies, human-centeredness, digital well-being, import substitution, sustainable development

Abstract.

The coming technological transition to the fifth industrial revolution will be associated with a human-centered economy, digital well-being of individuals and the whole society, environmentally friendly production and investment. At the same time, the temporal proximity of Industry 5.0 to the recently announced Industry 4.0 explains the lack of programmatic and strategic documents in the field of the fifth industrial revolution. The inevitability of developing a strategy for transforming the Russian economy in the direction of Industry 5.0 requires an analysis of national policy documents in this area. The hypothesis of the study presented in the article can be formulated as a human-centric economy associated with a reorientation to the values of man and the environment, which is being formed in the context of a new technological transition supported by the alliance of business and the state. In accordance with this, the article considers the content of the Industry 5.0 phenomenon and a number of national strategies – "Industry 5.0" of the European Union, "Made in China 2025" and "Society 5.0" of Japan, in the light of the applicability of their provisions in Russian conditions.

For citation: Hu Tingting. Review of national strategies for transition to industry 5.0. Economics and Innovation Management, 2022, no. 3 (22), pp. 28-38. DOI: 10.26730/2587-5574-2022-3-28-38

1 Introduction / Введение

Генезис пятой промышленной революции (Индустрии 5.0) уходит корнями в конец 18 в. – начало первой промышленной революции (выработка механической энергии из пара) – и далее в начало 20 в. (использование электроэнергии на сборочных линиях в Индустрии 2.0.). С середины 20 в. повсеместное распространение получили средства автоматизации, частично высвобождающие человека из рутинных производственных процессов (Индустрия 3.0), а с 1970-х гг. – сетевые информационные технологии (Индустрия 4.0) [1].

Четвертая промышленная революция была направлена на преобразование производственных агентов в киберфизические системы за счет интеграции всех участников цепочек производства и поставок с конечными пользователями [2]. Индустрия 4.0 использует такие технологические концепции, как киберфизические системы, Интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника, облачные вычисления, аналитика больших данных, виртуальная реальность и кибербезопасность как основу перехода к «умному производству», в котором снижаются затраты на производство, логистику и управление качеством при увеличении массового производства.

Вместе с тем следует подчеркнуть мнение тех авторов, которые отмечают, что несмотря на то, что Индустрия 4.0 сделала промышленное производство действительно массовым и доступным, она проигнорировала развитие человеческого капитала в промышленности [3]. Это приводит к оттоку занятости из реального сектора. П.К.Р. Маддикунта, К.В. Фам, П. Ба, Н. Дипа, К Дев ожидают, что Индустрия 5.0 решит эту проблему за счет выстраивания новых технологий вокруг людей, в частности работников промышленных предприятий [4]. Также В. Гусаков говорит о том, что с развитием Индустрии 2.0 увеличилось негативное воздействие промышленности на окружающую среду; Индустрия 4.0 не обеспечивает ее должной защиты [5]. Поэтому от Индустрии 5.0 ожидается реальный переход к устойчивому развитию за счет сокращения образования отходов в биоэкономике, возврата человеческого интеллекта в производство, совместной работы людей и роботов (ко-боты) [6].

Стратегирование Индустрии 5.0 пока носит фрагментированный характер и проявляется только в ряде стран (можно выделить программу Евросоюза «Индустрия 5.0, «Сделано в Китае-2025» и японское «Общество 5.0»). Во многом это связано с расплывчатостью определений Индустрии 5.0:

- промышленная не революция, а эволюция, основанная на вовлечении, пересмотре, сокращении и переработке [7];
- развитие промышленности под влиянием не роботов, а человека, который передает производству не интеллект, а творчество;
- появление «синергетических заводов», удаленно управляемых киберфизическими системами (соединением искусственного и человеческого интеллекта); [8]
- новая философия общественного развития в условиях сосуществования людей и машин; [9]
- переход к промышленности, в которой предприятия управляются не людьми, а социальными сетями; [10]
- постоянное проектирование реальности, в которой люди и машины взаимно дополняют друг друга; [11]

Эволюционный характер Индустрии 5.0 проявляется в дополнении и развитии технологий Индустрии 4.0, к числу которых относятся следующие [4]:

1. «Умное» аддитивное производство – подход, при котором продукт создается «слой за слоем», а не единой заготовкой, тем самым создавая более легкие, но более прочные детали при 3D-печати (2010-е гг.), а также 5D-печати (2020-е гг.). «Умное» аддитивное производство обладает способностью экономить энергоресурсы, помогает снизить потребление материалов и ресурсов, что повышает экологичность промышленности.

2. «Прозрачные» производственные сервисы, позволяющие промышленности выявлять и оценивать неопределенности в реализации производственных схем и использования оборудования. Такое преобразование требует применения современных инструментов прогнозирования, в

которых данные систематически обрабатываются для своевременного обслуживания. Внедрение Интернета вещей обеспечивает базовую основу для использования «умных» машин и сетей «умных» датчиков. Ядро технологий «прозрачного» сервиса – интеллектуальный вычислительный агент, который включает в себя интеллектуальное программное обеспечение для обеспечения функций прогнозного моделирования вместо планового обслуживания и реагирования на уже возникшие проблемы [12].

3. Гипер-кастомизация – система производства, в которой передовые технологии (искусственный интеллект, машинное обучение, когнитивные системы, машинное видение и пр.) применяются к данным в реальном времени, чтобы предоставить каждому потребителю вносить непротиворечивые изменения в продукт. Для этого необходим переход к гибким производственным процессам и цепочкам поставок [13].

4. Киберфизические когнитивные системы, развивающиеся благодаря совместному познанию мира людьми и компьютерами (роботами) путем выполнения соответствующих действий, заключенных в цифровых узлах принятия решений. Интеграция машинно-человеческого познания моделируется и реализуется в режиме реального времени.

Эволюция этих технологий ядра Индустрии 5.0 отличается от цифровой революции Индустрии 4.0 тем, что возвращает человеческий труд в производство в формате совместной работы роботов и творческих людей для производства кастомизированных продуктов и услуг. Более детально технологии ядра Индустрии 5.0 показаны на Рис. 1.



Рис. 1. Технологии ядра Индустрии 5.0 [4]

Fig. 1. Core technologies of Industry 5.0. [4]

Совокупность технологий, представленных на Рис. 1, позволяет дать новый импульс развитию промышленности сверх того прироста производительности, который был получен в результате экспансии технологий Индустрии 4.0, однако повышает требования к эффективности, безопасности, надежности и конфиденциальности. Это, в свою очередь, заставляет обратиться к национальным стратегиям внедрения технологий Пятой промышленной революции.

2 Materials and Methods / Материалы и методы

Потребность в разработке национальных стратегий будущего перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 постепенно становится предметом дискуссий в экономической среде [14-16].

Вместе с тем к настоящему моменту можно говорить о трех существующих стратегических

документах в данной сфере: программы Евросоюза «Индустрия 5.0», стратегии КНР «Сделано в Китае-2015» и японской программы «Общество 5.0». В условиях необходимости обеспечения технологического суверенитета российской экономики актуален вопрос создания национальной программы технологического перехода к пятой промышленной революции [17]. С этой целью целесообразно рассмотреть содержание и специфику упомянутых выше национальных программ.

Обновленная европейская программа «Индустрия 5.0», сформулированная в 2019 г. Еврокомиссией [18], направлена на создание более перспективных в плане цифровизации и кастомизации, экологически устойчивых, ориентированных на человека отраслей промышленности (Рис. 2).



Рис. 2. Видение Индустрии 5.0
Fig. 2. Vision for Industry 5.0

В Индустрии 5.0 стираются грани между традиционными типами отраслевых работников – «синими» и «белыми воротничками». С одной стороны, это вызывает тревогу, так как недостаточные инвестиции в человеческий капитал, свойственные, по мнению М. Брека, Д. Де Нула, А. Петридаса, Индустрии 4.0 (для которой приоритетом были цифровые активы) могут рано или поздно подорвать конкурентоспособность национальной промышленности [18]. Это обуславливает такие инициативы Евросоюза, как «Европейское исследовательское пространство», «Исследования и инновации как компас для будущего, которое мы хотим», направленные на ускорение внедрения инноваций в экономике и обществе в странах, регионах и городах.

Наиболее перспективные инновационные прорывы, заложенные в европейской программе «Индустрия 5.0», включают в себя новые технологические проекты в таких человекоцентрических отраслях, как совместный человеко-искусственный интеллект, робототехника и биомедицина (общеевропейский проект «Горизонт 2020») [19].

Ключевые проекты Индустрии 5.0, выделенные Еврокомиссией в качестве объекта государственной поддержки, включают в себя следующие: [18]

- изменение бизнес-моделей компаний в сторону полноциклического производства (KYKLOS 4.0, DRALOD и PAPERCHAIN);
- развитие «интеллектуальных промышленных услуг – «умная» сервисизация (MAKERS);
- разработка интеллектуальных, автономных и самообучающихся фабрик, способных поднимать существующий уровень кастомизации (SME 4.0);
- разработка решений для распределенного промышленного производства (RICAIP);
- повышение гибкости и адаптируемости производственного процесса (SYMBIOTIC).
- взаимодействие людей, роботов и ко-ботов (FACTS4WORKERS, EVRYON, Human Manufacturing, CoLLaborate);
- цифровое благополучие индивидов и общества в целом (BE-YOND4.0, PLUS, SemI40);
- формирование у работников предприятий компетенций для киберфизических систем и адаптированное к ним обучение (BEYOND4.0, SAM, FIT4FoF, SAIS, FACTS4WORKERS, TECHNEQUALITY);
- безопасность работников, удовлетворенность работой, физическое и психическое благополучие (HuMan Manufacturing, FIT4FoF, PLUS, MindBot, H-WORK).

Наряду с человекоцентричностью фокус внимания разработчиков европейской программы «Индустрия 5.0» направлен на устойчивое развитие, закрепленное в его 17 целях, принятых Генеральной Ассамблеей ООН в 2015 г. [20]. Уже сегодня европейские концерны, столкнувшись с растущими общественными экологическими проблемами, включают принципы устойчивого развития в свои бизнес-модели (например, ESG-инвестирование).

Инновации Индустрии 5.0 могут обратить тенденцию роста энерго- и ресурсопотребления вспять за счет более разумного планирования производства и использования более энергоэффективных технологий. С 2005 г. в Евросоюзе наблюдается замедление роста энергоэффективности в промышленности (1,2% в год против прежних 2,2% в год [21]). Однако одной оптимизации существующих технико-экономических решений явно недостаточно. Промышленность должна искать новые революционные решения, применять их на практике и понимать последствия реинжиниринга бизнес-моделей. Многие европейские фирмы уже признают, что промышленная экология и, в частности, совместное использование и перепрофилирование вторичных ресурсов и вторичных продуктов не только несут в себе позитивный эффект для окружающей среды, но и помогают национальным отраслям конкурировать на мировых рынках и сохранять свою конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

Другой программный документ в сфере разворачивания Индустрии 5.0 – национальная стратегия КНР «Сделано в Китае – Made in China 2025» [22]. Данная стратегия стартовала в 2015 г. с инициативой премьер-министра КНР Ли Кэцзяна, рассчитанной на глубокую модернизацию индустрии Китая в перспективе 10 лет с ожидаемым прорывом в 10 стратегических отраслях (авионика, робототехника, новые источники энергии, автомобилестроение и пр.), основанном на искусственном интеллекте.

Стратегия «Сделано в Китае 2025» нацелена на сокращение технологической зависимости Китая путем создания национальных компаний, способных конкурировать как внутри страны, так и на международном уровне [23]. К 2025 г. ожидается их доля в 15% от ВВП. К приоритетным технологиям импортозамещения относятся искусственный интеллект, системы кибербезопасности, интегральные микросхемы, сетевое оборудование и программное обеспечение биотехнологии, энергоэффективные и экологические технологии, а также современное станкостроение [24]. В целом это соответствует 13 пятилетнему плану КНР в части следующих ключевых показателей эффективности (КПИ) – Табл. 1 [24].

Таблица 1. КПИ в сфере инновационного развития КНР в соответствии со стратегией «Сделано в Китае 2025»

Table 1. KPI in the field of innovative development of the PRC in accordance with the strategy "Made in China 2025"

КПИ развития промышленности КНР	2015	2025
1. Соотношение поступлений и затрат от НИОКР	0,95	1,68
2. Патенты (млрд юаней дохода)	0,44	1,10
3. Индекс неценовой конкурентоспособности производства	83,5	85,5
4. Рост добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности (по сравнению с 2015 г., %)	-	4
5. Среднегодовой рост производительности труда, %	-	6,5
6. Доля широкополосного доступа в Интернет, %	50	82
7. Доля цифровых инструментов в НИОКР и проектировании, %	58	84
8. Доля процессов, контролируемых при помощи цифровых технологий, %	33	64
9. Снижение энергопотребления по сравнению с 2015 г., %	-	34
10. Снижение эмиссий CO ₂ по сравнению с 2015 г., %	-	40
11. Снижение водопотребления по сравнению с 2015 г., %	-	41
12. Коэффициент утилизации твердых промышленных отходов, %	65	79

Данные Табл. 1 красноречиво свидетельствуют об амбициозных целях цифровой трансформации обрабатывающей промышленности в соответствии с целями Индустрии 5.0, заложенных в стратегии «Сделано в Китае 2025». В свою очередь целевые ориентиры импортозамещения в различных отраслях экономики КНР приведены на Рис. 3 [24].

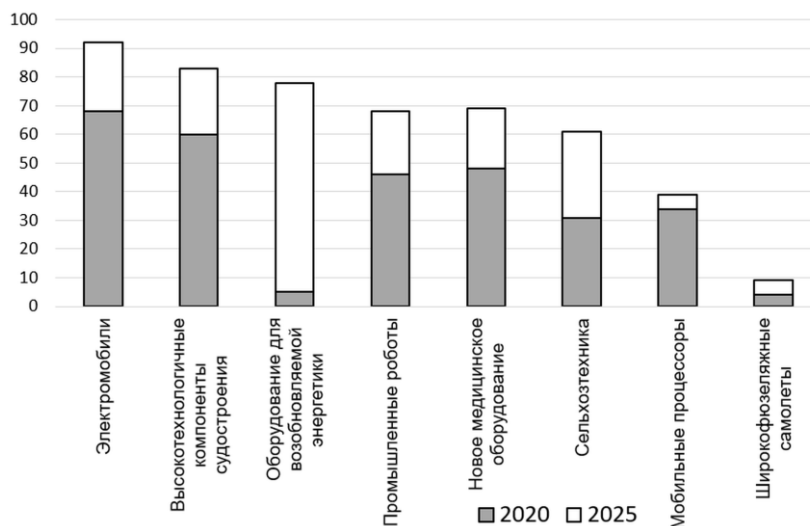


Рис. 3. Целевые показатели доли китайской продукции на внутреннем рынке, %
 Fig. 3. Targets for the domestic market share of Chinese products, %

В свете амбициозных задач многоотраслевого импортозамещения (Рис. 3) ведущие компании КНР отреагировали на требования стратегии «Сделано в Китае 2025», сосредоточившись на технологиях будущего. Интеллектуальная собственность получила наибольшую защищенность в сфере телекоммуникаций, беспроводных сенсорных сетей, 3D-печати, промышленной электронной коммерции, облачных вычислений и больших данных. Крупнейшие китайские госкомпании сформировали платформу, которая предоставляет другим производителям оборудование и открытый исходный код для разработки собственных технологий, патентуемых в КНР. Кроме того, правительство облегчает доступ к материалам и предоставляет субсидии компаниям, занимающимся производством продукции на основе умных роботов.

Как свидетельствует Дж. Вюбекке, М. Мейсснер, М. Дж. Зенглияйн, Дж. Ивс, Б. Конрад, «Сделано в Китае 2025» – это стратегия «сверху вниз» [23]. Руководство страны воспроизводит национальные приоритеты и стратегическое видение модернизации обрабатывающей промышленности как движущей силы развития умного производства, что контрастирует с ключевой ролью предпринимательской инициативы в реализации Индустрии 4.0 в Германии, США и других странах рыночной экономики [25].

В целом в промышленной политике КНР цели локализации реализуются с использованием широких и разнообразных мер субсидирования китайской продукции, например, в области электромобилей и в определенной степени робототехники. Правительство КНР также поддерживает национальные предприятия прямыми государственными инвестициями и льготными кредитами в базовых отраслях, таких как сталелитейная и машиностроительная промышленность. Национальные инвестиционные фонды КНР, такие как Национальный инвестиционный фонд интегральных микросхем в полупроводниковой промышленности, напрямую инвестируют в частные предприятия на правах государственно-частного партнерства [22]. В ряде отраслей государство закрывает рынок государственных закупок для иностранных предприятий, например, в сфере информационных технологий, в ветроэнергетике.

Третьим примером стратегирования Индустрии 5.0 является японская национальная стратегия «Общество 5.0» [26]. Данная стратегия была представлена в 2016 г. ведущей бизнес-федерацией Японии «Кейданрен» и поддержана правительством Японии.

Цель стратегии «Общество 5.0» – объединить цифровую трансформацию экономики на уровне отдельных предприятий в общенациональную стратегию, имеющую свою собственную философию. Ее генезис связан с развитием общества – от доиндустриального (Общество 1.0 и 2.0 – до начала 19 в.) к ранне-индустриальному (19 в., Общество 3.0) и далее – к поздне-индустриальному (20 в., Общество 4.0). Последнее характеризуется доминированием информационного общества – т.н. «высокоцифровой» версии производительных сил и общественных связей.

В такой логике развития Общество 5.0 должно установить баланс экономического роста с решением социальных и экологических проблем, основываясь на повсеместном внедрении передовых информационных технологий, «Интернета Всего», искусственного интеллекта и умных роботов, а также дополненной реальности. Сферами применения данных технологий, ассоциируемых с Индустрией 4.0 и 5.0, являются не только промышленность, финансы и госуправление, но и все другие стороны общественной жизни – здравоохранение, образование, культура и досуг, городская и сельская среда, путешествия.

Заявленная разработчиками миссия стратегии «Общество 5.0» – максимизация пользы технологического прогресса для каждого члена общества вместо извлечения корпорациями экономической выгоды [27].

В соответствии с распространенной в Японии философией дзен-буддизма путь Общества 5.0 – познание всеобщей формы цифровизации общества, в котором не будет неравномерного технологического развития, препятствий доступа к цифровым технологиям и ко всем выгодам и пользе от их применения (Рис. 4 [28]).

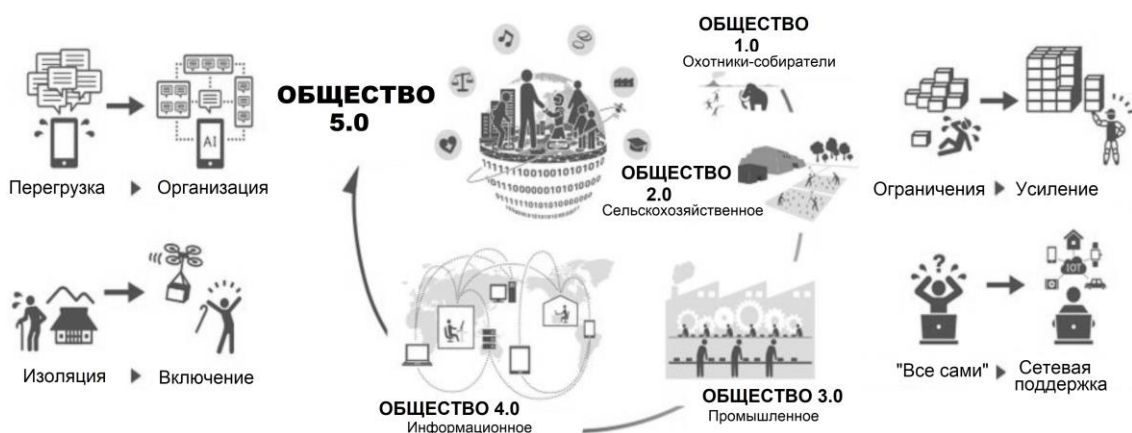


Рис. 4. Философия Общества 5.0
Fig. 4. Philosophy of Society 5.0

Переход от Общества 4.0 к Обществу 5.0 означает доминирование подхода к общественному развитию, ориентированного на человека, вместо подхода, ориентированного на прибыль: «Вместо того, чтобы спрашивать, что мы можем сделать с новыми технологиями, мы спрашиваем, что они могут сделать для нас. Вместо того, чтобы просить отраслевого рабочего адаптировать свои навыки к потребностям быстро развивающейся технологии, ставится задача использовать технологии для адаптации производственного процесса к потребностям работника, например, чтобы направлять и обучать его» [29]. Также Общество 5.0 делает акцент на соблюдении прав работников – на неприкосновенность частной жизни, автономию и человеческое достоинство – при экспансии цифровых технологий.

Реализация концепции Общества 5.0 в Японии происходит прежде всего в крупных городах, которые превращаются в «умные» урбанистические зоны [30]. Так, новый «умный» город Фудзисава, в котором каждый дом оборудован солнечными батареями, начал возводиться на месте закрытой фабрики компании Panasonic. Генеральный план развития города сформирован до 2100-го г., включая все человекоориентированные сферы – снижение энергопотребления, безопасный транспорт, здравоохранение, защита природных и техногенных катастроф. Уже сегодня жители Фудзисавы получают персональные «зеленые баллы», сокращая выбросы CO₂, которые оплачиваются правительством Японии. Город Касива-Но-Ха включает дома, интегрированные в энергетический хаб, состоящий из крупнейших в Японии литий-ионных аккумуляторов, солнечных батарей и газовых генераторов, позволяющий сократить энергопотребление на одну треть [31]. Еще один город – Айзувакамацу – выстраивает «умный» муниципальный макроконтент данных о потреблении энергии, движении транспорта, работе городских служб, получаемых с большого числа «умных» датчиков [32].

4 Conclusion / Заключение

Таким образом, обобщение опыта создания национальных стратегий внедрения технологий Индустрии 5.0 свидетельствует прежде всего об их человекоориентированности и нацеленности на цифровое благополучие как отдельных граждан, так и всего общества. Для российской экономики, стремящейся к технологическому суверенитету, важен опыт стратегии «Сделано в Китае 2025», нацеленный на первоочередное импортозамещение наиболее технологичных продуктов, создаваемых на основе платформы Индустрии 4.0 – как условие перехода к Индустрии 5.0.

Значимым сегментом внедрения технологий Индустрии 5.0 является городская урбанизация, цифровизация которой позволит повысить благополучие граждан, в том числе создав ее цифровую составляющую, а также ускорить переход к устойчивому развитию.

Институциональная основа перехода к Индустрии 5.0, сформулированная в национальных программных и стратегических документах Евросоюза, Японии, Китая, выступает как государственно-частное партнерство.

Список источников

1. Ярашова Г., Гылычдурдыева Г. Особенности Индустрии 4.0 и ее особенности // Вестник науки. – 2022. – №10 (55). – С. 74-77.
2. Хаханов В.И., Обризан В.И., Мищенко А.С., Филиппенко И.В. Киберфизические системы как технологии киберуправления (аналитический обзор) // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – №1 (64). – С. 21-28.
3. Ruppert t., Jasko S., Holczinger T., Abonyi J. Enabling Technologies for Operator 4.0: A Survey // Applied Sciences. – 2018. – Vol. 8 (9). – pp. 1650.
4. Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Ba P., Deepa N., Dev K. Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications // Journal of Industrial Information Integration. – 2021. – Vol. 8. – pp. 257
5. Гусаков В. Вызовы «Индустрии 4.0» и «Общества 2.0», или рассуждения по поводу новой цифровой реальности // Наука и инновации. – 2019. – №12 (202). – С. 4-9.
6. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотноков В.А. Интеллектуальная киберсоциальная экосистема Индустрии 5.0: понятие, сущность, модель // Экономическое возрождение России. – 2021. – №4 (70). – С. 39-56.
7. Longo F., Padovano A., Umbrello S. 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. – 2020. – Vol. 10 (12). – pp. 4182.
8. Friedman B., Hendry D.G. Value sensitive design: Shaping technology with moral imagination. – MIT Press: Cambridge, 2019. – 288 p.
9. Chen H. Theoretical foundations for cyber-physical systems: a literature review // Journal of Industrial Integration and Management. – 2017. – Vol. 2 (03). – pp. 1750013
10. El Far O.A., Chang C.-K., Leong H.Y., Peter A.P., Chew K.W., Show P.L. Prospects of industry 5.0 in algae: Customization of production and new advance technology for clean bioenergy generation // Energy Conversion and Management. – 2021. – Vol. X 10. – pp. 100048.
11. Leong Y.K., Tan J.H., Chew K.W., Show P.L. Significance of industry 5.0 / In: P.L. Show, K.W. Chew, T.C. Ling (Eds.): The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing. – New York: CRC Press, 2020. – pp. 1-20.
12. Юлейси Г.П., Холод И.И. Взаимодействие в многоагентных системах интеллектуального анализа данных // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2020. – № 3. – С. 18-23.
13. Yetis H., Karakose M. Optimization of mass customization process using quantum-inspired evolutionary algorithm in industry 4.0 // IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE 2020). – 2020. – Vol. 1. – pp. 1-5.
14. Гудяева Л.А. Оценка научно-инновационного потенциала республики Татарстан в глобальном и национальном контекстах: наукометрическое позиционирование региона в технологических парадигмах Индустрий 4.0 и 5.0 // Теоретическая и прикладная экономика. – 2021. – №4. – С. 53-63.
15. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотноков В.А. Управление кросс-отраслевым потенциалом развития в условиях Индустрии 5.0: теория, инструментарий и практические приложения // Экономическое возрождение России. – 2022. – №2 (72). С. 51-65.
16. Аренс Ю.А., Каткова Н.А., Халимон Е.А., Брикошина И.С. Пятая промышленная революция – инновации в области биотехнологий и нейросетей // E-Management. – 2021. – №3. – С. 11-19.
17. Мамедов В.Р. Влияние технологического прогресса на трансформацию сущности государственного суверенитета // Инновации и инвестиции. – 2021. – №8. – С. 21-25.
18. Breque M. De Nul L. Petridis A. Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. – Brussels: European Commission, 2021. – 48 p.
19. Horizon 2020. Details of the EU funding programme which ended in 2020 and links to further information. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en (последнее обращение: 01.01.2022).
20. ООН. Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (последнее обращение: 01.01.2022).

21. Houston R. Technology can hinder good mental health at work. Here's how it can help. 2020. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/how-can-technology-help-mental-health-at-work/> (последнее обращение: 01.01.2022).
22. "Made in China 2025": China Manufacturing in the 21st Century. – London: UK-China Partnership, 2019. – 76 p.
23. Wübbeke J., Meissner M., Zenglein M.J., Ives J., Conrad B. Made in China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries // *Merics*. – 2016. – Vol. 2. – pp. 1-50.
24. Made in China 2025. – Beijing: Institute of Security and Information Policy, 2018. – 11 p.
25. Жаринов И.О. Управление бизнес-процессами на фабриках Индустрии 4.0 // *Известия СПбГЭУ*. – 2021. – №4 (130). – С. 93-97.
26. Ворожихин В.В. «Общество 5.0» как ответ человечества на вызовы глобального развития // *Россия: тенденции и перспективы развития*. – 2019. – №14-1. – С. 62-69.
27. Емельянова О.Н. Факторы и перспективы перехода Японии к цифровому обществу // *Анализ и прогноз. Журнал ИМЭМО РАН*. – 2020. – №4. – С. 52-61.
28. UMM FKIP Graduates Ready to Meet Education 5.0 Society, 2021. URL: <https://www.kompasiana.com/dillarahma1112/6037413bd541df3b2e58dd22/lulusan-fkip-umm-siap-hadapi-pendidikan-era-society-5-0> (последнее обращение: 01.01.2022).
29. «Общество 5.0»: японские технологии для цифровой трансформации российской экономики // *Forbes*. – 2018. – 10 октября. URL: <https://www.forbes.ru/partnerskie-materialy/367837-obshchestvo-50-yaonskie-tehnologii-dlya-cifrovoy-transformacii> (последнее обращение: 01.01.2022).
30. Япония строит «умные города» направленные на улучшения комфорта человека. 2021 г. URL: <https://building-tech.org/Архитектура/японууа-stroyt-«umnie-goroda»-napravlennie-na-uluchshenyua-komforta-cheloveka> (последнее обращение: 01.01.2022).
31. Kashiwa-No-Ha. Official website. URL: <https://www.kashiwanoha-smartcity.com/en/> (последнее обращение: 01.01.2022).
32. Aizuwakamatsu. Official website. URL: <https://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp> (последнее обращение: 01.01.2022).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2022 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы

Ху Тинтин – руководитель организационного отдела, Чжунхай промышленная компания, Китайская национальная оффшорная нефтяная корпорация, КНР, e-mail: hutingting@kuzstu.ru

References

- Jarashova G., Gylychurdyeva G. Osobennosti Industrii 4.0 i ee osobennosti [Features of Industry 4.0 and its features]. *Vestnik nauki = Science Bulletin*. 2022. Vol. 10 (55). pp. 74-77.
- Hahanov V.I., Obrizan V.I., Mishhenko A.S., Filippenko I.V. Kiberfizicheskie sistemy kak tehnologii kiberupravlenija (analiticheskij obzor) [Cyber-Physical Systems as Cyber Control Technologies (Analytical Review)]. *Radioelektronika i informatika = Radioelectronics and Informatics*. 2014. Vol. 1 (64). pp. 21-28.
- Ruppert t., Jasko S., Holczinger T., Abonyi J. Enabling Technologies for Operator 4.0: A Survey. *Applied Sciences*. 2018. Vol. 8 (9). pp. 1650.
- Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Ba P., Deepa N., Dev K. Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*. 2021. Vol. 8. pp. 257
- Gusakov V. Vyzovy «Industrii 4.0» i «Obshhestva 2.0», ili rassuzhdenija po po-vodu novoj cifrovoj real'nosti. *Nauka i innovacii*. 2019. Vol. 12 (202). pp. 4-9.
- Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Plotnikov V.A. Intellektual'naja kibersocial'naja jekosistema Industrii 5.0: ponjatie, sushhnost', model' [Challenges of "Industry 4.0" and "Society 2.0", or reasoning about the new digital reality]. *Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii = Science and Innovations*. 2021. Vol. 4 (70). pp. 39-56.
- Longo F., Padovano A., Umbrello S. 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*. 2020. Vol. 10 (12). pp. 4182.
- Friedman B., Hendry D.G. Value sensitive design: Shaping technology with moral imagination. MIT Press: Cambridge, 2019. 288 p.

9. Chen H. Theoretical foundations for cyber-physical systems: a literature review. *Journal of Industrial Integration and Management*. 2017. Vol. 2 (03). pp. 1750013
10. El Far O.A., Chang C.-K., Leong H.Y., Peter A.P., Chew K.W., Show P.L. Prospects of industry 5.0 in algae: Customization of production and new advance technology for clean bioenergy generation. *Energy Conversion and Management*. 2021. Vol. X 10. pp. 100048.
11. Leong Y.K., Tan J.H., Chew K.W., Show P.L. Significance of industry 5.0 / In: P.L. Show, K.W. Chew, T.C. Ling (Eds.): *The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing*. New York: CRC Press, 2020. pp. 1-20.
12. Julejsi G.P., Holod I.I. Vzaimodejstvie v mnogoagentnyh sistemah intellektual'nogo analiza dannyh [Interaction in multi-agent systems for data mining]. *Izvestija SPbGJeTU «LJeTI» = Bulletin of St. Petersburg Electrotechnical University "LETI"*. 2020. Vol. 3. pp. 18-23.
13. Yetis H., Karakose M. Optimization of mass customization process using quantum-inspired evolutionary algorithm in industry 4.0. *IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE 2020)*. 2020. Vol. 1. pp. 1-5.
14. Gudjaeva L.A. Ocenka nauchno-innovacionnogo potenciala respublik Tatarstan v global'nom i nacional'nom kontekstah: naukometriceskoe pozicionirovanie regiona v tehnologicheskikh paradigmat Industriji 4.0 i 5.0 [Assessment of the scientific and innovative potential of the Republic of Tatarstan in the global and national contexts: scientometric positioning of the region in the technological paradigms of Industries 4.0 and 5.0]. *Teoreticheskaja i prikladnaja jekonomika = Theoretical and Applied Economics*. 2021. Vol. 4. pp. 53-63.
15. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Plotnikov V.A. Upravlenie kross-otraslevym potencialom razvitija v uslovijah Industrii 5.0: teorija, instrumentarij i prakticheskie prilozhenija [Management of cross-industry development potential in the conditions of Industry 5.0: theory, tools and practical applications]. *Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii = Economic revival of Russia*. 2022. Vol. 2 (72). pp. 51-65.
16. Arens Ju.A., Katkova N.A., Halimon E.A., Brikoshina I.S. Pjataja promyshlennaja revoljucija – innovacii v oblasti biotekhnologij i nejrosetej [The fifth industrial revolution - innovations in the field of biotechnology and neural networks]. *E-Management*. 2021. Vol. №3. pp. 11-19.
17. Mamedov V.R. Vlijanie tehnologicheskogo progressa na transformaciju sushhno-sti gosudarstvennogo suvereniteta [The impact of technological progress on the transformation of the essence of state sovereignty]. *Innovacii i investicii = Innovations and investments*. 2021. Vol. 8. pp. 21-25.
18. Breque M. De Nul L. Petridis A. *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Brussels: European Commission, 2021. 48 p.
19. Horizon 2020. Details of the EU funding programme which ended in 2020 and links to further information. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en (last access: 01.01.2022).
20. OON. Celi v oblasti ustojchivogo razvitija. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (last access: 01.01.2022).
21. Houston R. Technology can hinder good mental health at work. Here's how it can help. 2020. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/how-can-technology-help-mental-health-at-work/> (last access: 01.01.2022)
22. "Made in China 2025": *China Manufacturing in the 21st Century*. – London: UK-China Partnership, 2019. – 76 p.
23. Wübbeke J., Meissner M., Zenglein M.J., Ives J., Conrad B. *Made in China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries // Merics*. – 2016. – Vol. 2. – pp. 1-50.
24. *Made in China 2025*. – Beijing: Institute of Security and Information Policy, 2018. – 11 p.
25. Zharinov I.O. Upravlenie biznes-processami na fabrikah Industrii 4.0 [Business process management at factories of Industry 4.0]. *Izvestija SPbGJeU = Izvestia of St. Petersburg State University of Economics*. 2021. Vol. 4 (130). pp. 93-97.
26. Vorozhihin V.V. «Obshhestvo 5. 0» kak otvet chelovechestva na vyzovy global'nogo razvitija ["Society 5.0" as a response of humanity to the challenges of global development]. *Rossija: tendencii i perspektivy razvitija = Russia: trends and development prospects*. 2019. Vol. 14-1. pp. 62-69.
27. Emel'janova O.N. Faktory i perspektivy perehoda Japonii k cifrovomu obshhestvu [Factors and prospects of Japan's transition to a digital society]. *Analiz i prognoz. Zhurnal IMJeMO RAN = Analysis and forecast. Journal of IMEMO RAS*. 2020. Vol. №4. pp. 52-61.
28. UMM FKIP Graduates Ready to Meet Education 5.0 Society. 2021. URL: <https://www.kompasiana.com/dillarahma1112/6037413bd541df3b2e58dd22/lulusan-fkip-umm-siap-hadapi-pendidikan-era-society-5-0> (last access: 01.01.2022).

29. «Obshchestvo 5.0»: japonskie tehnologii dlja cifrovoj transformacii rossijskoj jekonomiki ["Society 5.0": Japanese technologies for the digital transformation of the Russian economy]. Forbes. 2018. 10 October. URL: <https://www.forbes.ru/partnerskie-materialy/367837-obshchestvo-50-yaponskie-tehnologii-dlya-cifrovoy-transformacii> (last access: 01.01.2022).

30. Japonija stroit «umnye goroda» napravlennye na uluchshenija komforta cheloveka. 2021 g. [Japan is building "smart cities" aimed at improving human comfort. 2021]. URL: <https://building-tech.org/Arhitektura/yaponyya-stroyt-«umnie-goroda»-napravlenie-na-uluchshenyia-komforta-cheloveka> (last access: 01.01.2022).

31. Kashiwa-No-Ha. Official website. URL: <https://www.kashiwanoha-smartcity.com/en/> (last access: 01.01.2022).

32. Aizuwakamatsu. Official website. URL: <https://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp> (last access: 01.01.2022).

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

© 2022 The Authors. Published by T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Authors

Hu Tingting – head of organizational department, Zhonghai Industrial Co., Ltd., China National Offshore Oil Corporation, PRC, e-mail: hutingting@kuzstu.ru

