ЭКОНОМИКА И СОЦИУМ:
СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ
Том 10 ● Номер 3 ● Июль–сентябрь 2020
ISSN 2304-6562
Economics & Society: contemporary models of development

издательство
Креативная экономика

Киберэкономика как результат цифровой модернизации современной экономики: эпоха технологий Индустрии 4.0

Степанов Д.А. [1]

[1] Институт проблем рынка РАН, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ:

Автоматизация и цифровизация как долгосрочные эволюционные процессы вызывают значительные эффекты, такие как трансформация профессий и профилей рабочих мест, изменение форм занятости и повышение роли платформенной экономики, порождая вызовы для социальной политики. Целью данной статьи является исследование возможностей киберэкономики как результата цифровой модернизации современной экономики. Предметом исследования являются технологии Индустрии 4.0 в различных отраслях. Результаты. Определено, что немецкий термин «Индустрия 4.0» рассматривается как концепция промышленной революции и модернизации XXI века и (или) философия, которая ставит во главу угла интеллектуальные продукты и услуги посредством непрерывной децентрализации и интеграции. Выявлено, что революция Индустрии 4.0 действует на трех уровнях, а именно: высококачественная цифровизация процессов, интеллектуальное производство и связь между компаниями. В статье обоснованы перспективы развития некоторых отраслей бизнеса в условиях Индустрии 4.0, в том числе новые цифровые бизнес-модели; цифровая техника; вертикальная интеграция; интеграция горизонтальной цепочки создания стоимости; интеллектуальное техническое обслуживание и сервисное обслуживание; цифровое рабочее место; продажи и цифровой маркетинг. Также определены новые бизнес-модели в условиях Индустрии 4.0, в том числе: оптимизация внутренних и внешних процессов; улучшение интерфейса клиента; новые экосистемы и сети создания ценностей; умные продукты и услуги. Выводы. В статье делается вывод, что Индустрия 4.0 включает: большие данные и их анализ, автономных роботов, моделирование, горизонтальную и вертикальную системную интеграцию, «промышленный Интернет вещей», кибербезопасность, облачные технологии, аддитивное (дополнительное) производство, расширенную (или виртуальную) реальность. Индустрия 4.0 – это новая промышленная революция, направленная на цифровизацию и интеграцию цепочки создания стоимости. Четвертая промышленная революция меняет производственные процессы и логистическую деятельность по всей цепочке поставок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: киберэкономика, цифровая модернизация, Индустрия 4.0, цифровые технологии

Cyber economy as a result of digital modernization of the modern economy: the era of Industry 4.0 technologies

Stepanov D.A. [1]

[1] Market Economy Institute of Russian Academy of Sciences, Russia

Введение

В последние годы темп изменений, которые происходят в жизни, общественном развитии, экономике, образовании, управлении и других сферах, становится все быстрее. Причинами такого роста являются процессы распространения информационно-коммуникационных технологий и сети Интернет, явления глобализации и конвергенции как взаимопроникновения в бизнес-процессы участников цифровой экосистемы. По научным оценкам, в современном мире информационно-коммуникационные технологии формируют новый технологический базис общества. К цифровым технологиям относятся «Интернет вещей», роботизация и киберсистемы, искусственный интеллект, большие данные, безбумажные технологии, аддитивные технологии (3D-печать) и т.п.

ABSTRACT:

Automation and digitalization, as long-term evolutionary processes, have significant effects, such as the transformation of professions and job profiles, changes in forms of employment and an increase in the role of the platform economy, generating challenges for social policy. The purpose of this article is to study the possibilities of cyber economy as a result of digital modernization of the modern economy. The subject of research is the technologies of Industry 4.0 in various industries. Results. The German term "Industry 4.0" is defined to be seen as a concept of the industrial revolution and modernization of the 21st century and/or a philosophy that prioritizes intelligent products and services through continuous decentralization and integration. It was revealed that the Industry 4.0 revolution operates on three levels, namely: high-quality digitalization of processes, intelligent manufacturing and communication between companies. The article substantiates the prospects for the development of some business sectors in the conditions of Industry 4.0, including new digital business models; digital technology; vertical integration; integration of the horizontal value chain; intelligent maintenance and service; digital workplace; sales and digital marketing. It also identified new business models in the context of Industry 4.0, including: optimization of internal and external processes; improvement of the client interface; new ecosystems and value networks; smart products and services. Conclusions. The article concludes that Industry 4.0 includes: big data and its analysis, autonomous robots, modeling, horizontal and vertical system integration, industrial Internet of things, cybersecurity, cloud technologies, additive (additional) manufacturing, and augmented (or virtual) reality. Industry 4.0 is a new industrial revolution aimed at digitalization and value chain integration. The fourth industrial revolution is changing manufacturing processes and logistics activities throughout the supply chain.

KEYWORDS: cyber economy, digital modernization, Industry 4.0, digital technologies

Received: 24.08.2020 / Published: 30.09.2020

© Authors / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers

For correspondence: Stepanov D.A. (bmk.0952@gmail.com)

CITATION:

Stepanov D.A. (2020) Kiberekonomika kak rezultat tsifrovoy modernizatsii sovremennoy ekonomiki: epokha tekhnologiy industrii 4.0 [Cyber economy as a result of digital modernization of the modern economy: the era of Industry 4.0 technologies]. ***Ekonomika i sotsium: sovremennye modeli razvitiya. 10.*** (3). – 271-288. doi: 10.18334/ecsoc.10.3.111155

Цифровизация предоставляет множество преимуществ, речь идет о многочисленных мультипликационных эффектах цифровизации, когда в единое информационное пространство включаются все производственные цепочки. Потенциальные положительные эффекты цифровой экономики (цифровые дивиденды) подтверждаются мощными аналитическими кампаниями [14] *(Shvartskopf, 2015)* и мировыми форумами [21] *(Akdil, Ustundag, Cevikcan, 2018)*, и в зависимости от методов оценки, размер цифровой экономики сейчас оценивается от 4,5 до 15,5% мирового ВВП [13], и у нее есть огромный потенциал для дальнейшего расширения.

Обзор литературы

Индустрия 4.0 была инициирована федеральным правительством Германии как стратегический план развития экономики страны с целью глубокого внедрения информационно-коммуникационных средств и технологий в промышленность путем подключения всех компонентов производства (оборудования, продукции и т.д.) к общей глобальной сети обмена данными. Должен произойти переход от обычной автоматизации производства, использования информационных технологий в производстве (которые были сутью третьей промышленной революции) к объединению в сеть ресурсов, информационных потоков, объектов и человека [20]. Таким образом, сущность Индустрии 4.0 заключается в том, что физические объекты будут определенным образом постоянно подключены к единой мировой сети – индустриальному интернету («Интернету вещей» на промышленном уровне) с целью обмена информацией между ними без непосредственного привлечения к этому человека. Индустрия 4.0 считается четвертой промышленной революцией, которая уже сегодня происходит в крупнейших экономиках мира, в частности в США и Германии, а ее движущей силой являются крупные промышленные компании и научные центры.

В формировании концепции «Индустрия 4.0» основную роль играют следующие понятия: киберфизические системы (CPS), промышленное производство, интеллектуальное производство, виртуальная реальность, самоуправляемость. Киберфизическая система – это сочетание процессов и кибернетических компонентов (вычислительных процессов), которые обеспечивают организацию измерительно-вычислительных процессов, защищенное сохранение и обмен измерительной и служебной информации, организацию и осуществление воздействий на физические процессы [1, с. 32],

ОБ АВТОРЕ:

Степанов Дмитрий Анатольевич, соискатель (bmk.0952@gmail.com)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Степанов Д.А. Киберэкономика как результат цифровой модернизации современной экономики: эпоха технологий индустрии 4.0 // Экономика и социум: современные модели развития. – 2020. – Том 10. – № 3. – С. 271–288. doi: 10.18334/ecsoc.10.3.111155

[24]. Кибернетические системы – это интеллектуальные устройства, которые создают модульные фабричные структуры, которые, в свою очередь, являются частью «Интернета вещей».

Первая промышленная революция сместила акцент с увеличения объемов производства на повышение производительности, а затем на автоматизацию. В социальной сфере первая промышленная революция (Индустрия 1.0) определила эволюцию от торгового города, который развивался на основе обмена товарами и продуктами, полученными из сельского хозяйства, к промышленному городу, который развивался на основе повышения производительности труда.

Вторая промышленная революция (Индустрия 2.0) привела к переходу от индустриального города к плановому, в котором новый тип работника был освобожден от производственных процессов, связанных с тяжелым физическим трудом. Труд рабочих был заменен социальными и охранными услугами, механическим оборудованием и полной автоматизацией.

Третья промышленная революция (Индустрия 3.0) вызвала переход от планового города к фрагментированному, где промышленность все больше отдалялась от рынков, что привело к изменению экономических систем и методов производства. Возник новый социально-экономический порядок, еще больше отделивший жилые кварталы от рабочих мест, потребителей, городской жизни, научно-исследовательских и инновационных институтов.

Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) привела к переходу от фрагментированного города к умному городу. На современном этапе социально-экономические преобразования основаны на новейшем технологическом явлении – цифровизации. Технология сделала возможными новые продукты и услуги, которые вызвали значительные преобразования как в личной, так и в профессиональной жизни, подчеркивая взаимодействие между машинами и людьми.

Основной целью внедрения Индустрии 4.0 в компаниях является достижение более высокой производительности и гибкости. Это не может быть достигнуто только за счет совершенствования производственного процесса путем постепенных и прорывных технологических инноваций, а скорее за счет тщательной технологической и организационной трансформации и обновления бизнес-модели компании.

Термин «Индустрия 4.0» был придуман в рамках стратегического проекта правительства Германии, описывающего компьютеризацию производства. Индустрию 4.0, или Четвертую промышленную революцию, можно определить как собирательный термин для технологий и концепций организации цепочки создания стоимости. Поскольку Индустрия 4.0 включает в себя множество тематически пересекающихся элементов и концепций, принципы проектирования Индустрии 4.0 включают: взаимосвязь, информационную прозрачность, техническую помощь и децентрализованные решения [11, с. 11] *(Oliveira, Fraga Martins, 2011, p. 11)*. Некоторые эксперты считают, что переход к Четвертой промышленной революции следует закону Мура, который гласит, что технология удваивает свои мощности и производительность каждые два года [4]. Считается, что Индустрия 4.0 оказывает значительное влияние на обрабатывающую промышленность, поскольку существует большая потребность в обработке высокой сложности и изменении спроса в сторону более индивидуальных продуктов [3, с. 38] *(Brettel, Friederichsen, Keller, Rosenberg, 2014, p. 38)*.

Доминирующей тенденцией в современном производстве является массовая кастомизация, при которой производство движется к более персонализированным продуктам и модульному дизайну продукта. На «умной» фабрике производственные технологии могут взаимодействовать с окружающей средой, изменения могут вноситься автоматически, а производственные фирмы могут адаптировать свое производство быстрее и эффективнее с точки зрения затрат. Это требует эффективного управления данными и компетентности в анализе и сборе больших объемов данных [3, с. 40] *(Brettel, Friederichsen, Keller, Rosenberg, 2014, p. 40)*. Одной из важных характеристик Индустрии 4.0 является ускорение за счет экспоненциальных технологий, где мощность и производительность технологий растут экспоненциально. Контекст, в котором фирмы адаптируют и внедряют технологические инновации, можно рассматривать с трех точек зрения: технологический, организационный и экологический контексты. Это подчеркивает, что существуют как внутренние, так и внешние факторы организационной инновационности [12, с. 110].

Результаты исследования

Исследования цифрового бизнеса компании IDG, проведенные в 2018 году, показывают, что 89% организаций планируют принять первую цифровую бизнес-стратегию, однако лишь 44% полностью приняли этот подход. Лидируют по доле адаптации цифровых инноваций сферы сервис-обслуживания (95%), финансовых услуг (93%) и здравоохранения (92%) [23] *(Lee, 2008)*. 55% стартапов уже приняли стратегию цифрового бизнеса по сравнению с 38% традиционных предприятий. Уменьшение стоимости передовых технологий (смартфон самого высокого уровня в 2007 году стоил 499 долл.; модель с аналогичными характеристиками стоила 10 долл. в 2015 году) революционизирует бизнес и общество. Комбинаторные эффекты мобильных, облачных, сенсорных и аналитических технологий, искусственного интеллекта ускоряют прогресс в экспоненциальном масштабе [28]. Такой вызов бизнес-сектору может быть принят только четко очерченным осознанием направлений и темпов инноваций как в конкретной отрасли, или на местном товарном рынке, так и в глобальных масштабах.

Индустрия 4.0 по-разному влияет на обрабатывающие отрасли. Увеличение расходов на персонал сказывается на эффективности машиностроительных предприятий. После многолетних вложений в разработку и производство оборудования интерес сместился на программное обеспечение. Рабочая сила должна иметь высокий уровень квалификации, чтобы адаптироваться к последствиям внедрения IoT в результате преобразования роли сотрудников из операторов в решателей проблем. Индустрия 4.0 меняет бизнес-модели в различных отраслях обрабатывающей промышленности. Компании готовы поддержать высшие учебные заведения, инвестируя в междисциплинарное образование в области экономики, инженерии, информатики и математики для будущих сотрудников. Сектора электротехники и ИКТ обращаются не только к своим клиентам, но и к клиентам своих клиентов. Таким образом, развиваются отношения типа «B2B2C». С другой стороны, некоторые отрасли переживают легкие изменения. Здесь речь идет о секторах, которые включают в себя технологии высокого уровня, таких как сектор медицинского машиностроения или автомобильный сектор [2, с. 20] *(Arnold, Kiel Voigt, 2016, p. 20)*. Наряду с Промышленностью 4.0 цифровизация также способствует трансформации компаний, ориентируясь главным образом на добавленную стоимость для потребителя [7, с. 342] *(Frank, Mendes, Ayala, Ghezzi, 2019, p. 342)*. Создание ценности путем интеграции дизайна способствует повышению конкурентоспособности фирм за счет инноваций [5, с. 51] *(Dubé, Du, McRae, Sharma, Jayaraman, Nie, 2018)*. Такой подход позволяет им приобрести уникальность, облегчая их борьбу с конкурентами, которым будет сложнее имитировать их бизнес-модель и стратегию. Таким образом, компании приобретают интеллектуальную и устойчивую конкурентную силу [8, с. 245] *(Gerlitz, 2016, p. 245)*. Меняя управленческие подходы, необходимо поддерживать инновационные решения. Для того чтобы внести вклад в создание устойчивых промышленных ценностей, «промышленный Интернет вещей» (IoT) требует расширения перспективы создания устойчивой ценности тройного конечного результата (TBL). С экономической, экологической, социальной и технической точки зрения она должна быть дополнена тремя другими измерениями, а именно технической интеграцией, данными, информацией и публичным контекстом [10, с. 21] *(Mario, Pentek, Otto, 2015, p. 21)*.

Группой ученых и специалистов [27] были очерчены девять разработок (результатов) научно-технического прогресса, которые составляют основу Индустрии 4.0.

Рассмотрим их более подробно.

1. Большие данные и их анализ (Big Data and Analytics). Благодаря информационно-коммуникационным средствам и технологиям объем структурированных и неструктурированных данных в бизнесе, поступающих из множества различных источников, только растет, и возникает проблема оперативного получения из них нужной ценной аналитической информации для принятия взвешенных и эффективных управленческих решений. Процесс поиска в большом объеме информации нужной и ее дальнейшая обработка и получили название «большие данные». Кроме того, остается актуальной и процедура интеллектуального анализа данных (Data Mining).

2. Автономные работы (Autonomous Robots) – это работы, способные самостоятельно выполнять задачи без вмешательства человека. Такие работы в виде, например, различного производственного оборудования являются важным компонентом

Индустрии 4.0 потому, что именно они являются основной киберфизических систем.

3. Моделирование (Simulation) используется в значительной степени только на этапах проектирования производственных бизнес-процессов, отдельного нового производственного оборудования или новой продукции. Однако в Индустрии 4.0 моделирование будет активно вовлечено и в самом процессе производства, например на этапе тестирования и настройки оборудования и т.п.

Производство, которое работает в физическом (реальном) мире, будет иметь идентичную до мелочей виртуальную модель. Виртуальная модель производства и реальное производство будут тесно взаимосвязаны и полностью соответствовать друг другу. Благодаря этому, например, в случае необходимости внесения каких-либо изменений в производство, они могут быть протестированы и оптимизированы на виртуальной модели, а затем быстро перенесены в реальный мир [27]. Это позволит значительно экономить время, средства и повышать инновационность производства изза того, что «в виртуальном мире неудачные решения будут обнаружены быстро и за меньшие средства» [25].

4. Горизонтальная и вертикальная системная интеграция (Horizontal and Vertical System Integration). Современные информационно-коммуникационные средства и технологии позволяют объединить в единое информационное пространство в рамках одного предприятия все его подразделения в пределах одной логистической цепи поставок всех его участников и т.п. Однако не всегда даже подразделения одного предприятия работают в единой информационной системе, уже не говоря о разных отдельных предприятиях. В Индустрии 4.0 такого не может быть, все должно быть соединено между собой в единое информационное пространство. Кроме того, существующая жесткая иерархическая система доступа к информации на предприятиях и между предприятиями в условиях Индустрии 4.0 будет разрушена: объекты, подключенные к «промышленному Интернету вещей», смогут получать любую нужную им информацию напрямую независимо от информационного уровня.

5. «Промышленный Интернет вещей» (The Industrial Internet of Things) будет связывать все компоненты производства в единую сеть обмена информацией в режиме реального времени [25].

6. Кибербезопасность (Cybersecurity) предусматривает проведение мероприятий, связанных с защитой мест хранения и обработки данных, сетей их передачи. Предприятия могут себя обезопасить от различного вредоносного программного обеспечения и кибератак, ограничивая доступ в интернет, постоянно проверяя входящие информационные электронные потоки и т.п. Однако в Индустрии 4.0 актуальность проблема кибербезопасности будет только повышаться. И хотя сейчас существует ряд защищенных протоколов и механизмов передачи данных, потребность в них будет только расти [25]. Вместе с технологическими решениями важное место занимают и организационные меры кибербезопасности.

7. Облачные технологии (The Cloud). Большое количество интеллектуальных

устройств будет генерировать большой объем различной информации, которая должна надежно храниться, быстро обрабатываться и быть доступной любому устройству из разных точек доступа мгновенно. Для этого лучше всего сейчас подходят облачные технологии, производительность которых должна только расти, обеспечивая почти мгновенный доступ и обработку данных.

8. Аддитивное (дополнительное) производство (Additive Manufacturing). Основой такого производства является 3D-печать, с помощью которой уже сейчас создаются прототипы будущей готовой продукции и производятся несложные детали или готовая продукция. Такая печать имеет широкие перспективы в производстве по индивидуальному заказу небольших партий продукции, позволяет снизить складские запасы и затраты на логистические услуги.

9. Расширенная (или виртуальная) реальность (Augmented Reality) в Индустрии 4.0 будет использоваться работниками предприятий для обучения, принятия различных решений. Например, производственное оборудование вышло из строя. Работник подходит к такому оборудованию в специальных очках и видит на экране как само оборудование в режиме реального времени, так и информацию, которая ему должна помочь в решении проблемы (информацию о возможной поломке, инструкции по ее устранению и т.д.) [11, 25] *(Oliveira, Fraga Martins, 2011)*.

Новые цифровые бизнес-модели включают в себя анализ или построение алгоритмов для производственных компаний, которые могут захотеть передать этот вид услуг на аутсорсинг, а также другие услуги, такие как анализ больших данных и управление производительностью.

Перспективы развития некоторых отраслей бизнеса в условиях Индустрии 4.0, представлены в *таблице 1*.

Таблица 1
Перспективы развития некоторых отраслей бизнеса в условиях Индустрии 4.0

Выгоды от внедрения цифровых технологий	**Характеристика**
Новые цифровые бизнес-модели	Оптимизация цифровых процессов Модель оплаты за использование/управление глобальной платформой Анализ больших данных и управление производительностью
Цифровая техника	Совместные цифровые исследования и цифровые модели, виртуальное прототипирование и моделирование
Вертикальная интеграция	Умные фабрики Автоматизация машин Производственные исполнительные системы (MES) Управление цифровыми активами

Окончание табл. 1

Интеграция горизонтальной цепочки создания стоимости	Центр управления цепочкой создания стоимости Цифровые источники Цифровое управление транспортом и логистикой Логистика Умные сайты Планирование спроса и предложения
Интеллектуальное техническое обслуживание и сервисное обслуживание	Профилактическое обслуживание Интегрированная цифровая техника Дополненная реальность
Цифровое рабочее место	Электронное финансирование/контроль Цифровой HR Внутренний обмен информацией Гибкость систем
Продажи и цифровой маркетинг	Цифровая CRM Омниканальная торговля Порталы самообслуживания Персонализированный маркетинг и продажи Услуги электронных платежей

Источник: составлено автором на основе [26].

Консалтинговая компания PwC также выделяет новые области обслуживания, такие как технологии, позволяющие осуществлять цифровое управление человеческими ресурсами и финансовый контроль над вышеописанными интегрированными цепочками создания стоимости, а также другие услуги, помогающие фирмам выйти на потребителя (цифровой маркетинг). Инфраструктура (машины, датчики и т.д.) и гибкость системы (взаимосвязанность всех частей) являются фундаментальными, и компании будут предлагать комплексные решения (например, компания Siemens уже предоставляет комплексные решения для Индустрии 4.0).

В условиях Индустрии 4.0 происходит трансформация в производственных компаниях и возникают новые бизнес-модели *(табл. 2)*.

Для того чтобы Индустрия 4.0 полностью реализовала свой потенциал, необходимо успешно внедрить или по крайней мере продвинуть следующие вспомогательные технологии и принципы взаимодействия, представленные в *таблице 3*.

Таблица 2

Новые бизнес-модели в условиях Индустрии 4.0

Цифровая трансформация в производственных компаниях	**Основная технология**	**Создание стоимости**	**Стоимость доставки**	**Захват ценности**
1. Оптимизация внутренних и внешних процессов	Большие данные, облачные вычисления, коллаборативные роботы, аддитивное производство, искусственное зрение или дополненная реальность	Прослеживаемость продукции и ресурсов: более эффективное производство, логистика, контроль качества, управление запасами и лучшее техническое обслуживание	Более гибкие предложения: кастомизация и т.д.	Оптимизация затрат за счет более эффективных процессов и использования ресурсов
		Машина к машине: соединение внутренних процессов / соединение внутренних процессов с процессами поставщика		
		Обучение сотрудников: работа из любого места в любое время, большая и быстрая коммуникация, обмен знаниями		
		Более прозрачное управление: принятие решений на основе данных		
2. Улучшение интерфейса клиента	Большие данные, облачные вычисления, дополненная реальность или виртуальная реальность, новые способы взаимодействия через новые или улучшенные точки соприкосновения создаются, позволяя лучше понять потребности клиентов и увеличить клиентскую базу	Управление новыми точками касания	Сегментация на основе анализа данных	Экономичный
		Сбор, мониторинг и интерпретация данных	Более прямые, эффективные и долгосрочные отношения	Новые потоки доходов: динамическое ценообразование, оплата за использование, онлайн-оплата
		Разработка новых сервисов	Улучшенные цифровые продажи: широкий спектр устройств, согласованность между каналами, всесторонний опыт работы с клиентами, каналы самообслуживания, предлагающие мгновенные ответы, экономия времени и затрат	

Окончание табл. 1

<table>
<tr><td rowspan="2">3. Новые экосистемы и сети создания ценности</td><td rowspan="2">Большие данные, облачные вычисления, дополненная реальность или виртуальная реальность. Таким образом, процесс создания ценности фокусной фирмы связан с процессами заинтересованных сторон. Переход от цепочек создания стоимости к экосистемам и, как следствие, расширение знаний заинтересованных сторон</td><td>Бизнес-инфраструктура, связанная с инфраструктурой ключевых партнеров.</td><td>Доступ к новым клиентским сегментам.</td><td rowspan="2">Потенциальное увеличение захвата ценности за счет снижения затрат для всех заинтересованных сторон</td></tr>
<tr><td>Информация в режиме реального времени о производстве, запасах и продажах, наличии и персонале</td><td>Широкий ассортимент продуктов</td></tr>
<tr><td rowspan="4">4. Умные продукты и услуги</td><td rowspan="4">Большие данные, облачные вычисления, интеллектуальная сенсоризация и встроенные системы, среди прочего позволяют предлагать инновационные и интеллектуальные товары и услуги (например, удаленная установка технического обслуживания или активация обновлений продукта)</td><td rowspan="4">Необходимы новые физические, человеческие и интеллектуальные ресурсы</td><td>Умные продукты, которые постоянно собирают информацию от клиентов</td><td rowspan="4">Новые потоки доходов: динамическое ценообразование, оплата за использование, доходы, основанные на производительности</td></tr>
<tr><td>Инновации в сопутствующих услугах: прогнозное техническое обслуживание, активация обновления продукта, заказ запасных частей</td></tr>
<tr><td>Сотворчество: клиенты являются частью процесса создания ценности</td></tr>
<tr><td>Прямые отношения между фирмой и клиентами</td></tr>
</table>

Источник: составлено автором на основе [9, с. 10] *(Kiel, Müller, Arnold, Voigt, 2017, p. 10)*.

Таблица 3
Принципы и технологии Индустрии 4.0

Принципы	Технологии
Управление данными в реальном времени (сбор/обработка/анализ/вывод) Совместимость Виртуализация Децентрализация Гибкость Ориентация на сервис Интегрированные бизнес-процессы	Адаптивная робототехника Аналитика данных и искусственный интеллект Моделирование Встроенные системы Коммуникации и сети Кибербезопасность Облачные технологии Адаптивное производство Технологии виртуализации Датчики и исполнительные механизмы RFID и RTLS-технологии Мобильные технологии

Источник: составлено автором на основе [22].

Гибкая производственная структура и система могут быть реализованы за счет комплексного использования вышеперечисленных технологий. Таким образом, интеллектуальные машины положат начало более эффективной и совершенной производственной системе, способной поставлять потребителям лучшие товары и услуги. В конечном счете это позволит сократить производственные затраты.

Принципы, лежащие в основе Индустрии 4.0, позволяют использовать адаптивные технологии для интеллектуальных продуктов и услуг, сбора данных, обработки данных, анализа данных и интеллектуального управления данными между коммуникациями и сетями, а также кибербезопасности. Когда производственные предприятия адаптируют эти технологии к Индустрии 4.0, предполагается, что эффективное внедрение Индустрии 4.0 приведет к повышению эффективности. Это послужит катализатором для национального экономического роста. В результате страна становится высококонкурентной в мировой экономике.

Заключение

Индустрия 4.0, также известная как Четвертая промышленная революция, представляет собой новый подход к инициированию волны изменений во всех сферах – от экономики до социального порядка. В основе этого лежат киберфизические системы, использующие высокие технологии в производстве на глобальном уровне.

С момента популяризации концепции Индустрии 4.0 по всему миру продолжается неуклонный прогресс в направлении создания гораздо более гибких и эффективных систем сбора и обмена знаниями. Цифровая трансформация означает интеграцию цифровых технологий во все сферы бизнеса, а ежегодное обновление цифрового потенциала корпоративного развития требует своевременного реагирования и адаптации бизнес-процессов компаний путем соответствующих технологических трансформаций. Пренебрежение глобальными изменениями может привести к потере лидерства компании на рынке и оттоку клиентов, которые предпочтут инновационный подход к процессу удовлетворения собственных потребностей. Для успешной реализации своего проекта в эпоху цифровой трансформации важно получать цифровой опыт, выстраивая собственное интернет-пространство.

Хотя целью Индустрии 4.0 является инновационное изменение промышленного производства, однако ее влияние будет ощущаться во всех отраслях экономики. На наш взгляд, такие изменения коснутся, прежде всего, сферы торговли и логистики. Кроме того, потребность в высококвалифицированных работниках обусловливает соответствующие изменения в образовании и науке по подготовке соответствующих специалистов. Инновационность Индустрии 4.0 требует проведения фундаментальных и прикладных научных исследований. Наряду с исследованиями, относящимися к техническим наукам, необходимо проводить исследования, относящиеся к экономическим наукам. В частности, исследование влияния Индустрии 4.0 на занятость населения, окружающую среду, исследование проблем энергосбережения и т.д.

ИСТОЧНИКИ:

1. Жемлиханов Т. «Индустрия 4.0»: революция без потерь? // Электротехнический рынок. – 2015. – № 5-6(65). – с. 32-36.
2. Arnold C., Kiel D. Voigt K.-I. How Industry 4.0 changes business models in different manufacturingindustries // In Proceedings of the XXVII ISPIM Innovation Conference-Blending Tomorrow's InnovationVintage. Porto, Portugal, 2016.
3. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective // International Journal of Science, Engineering and Technology. – 2014. – № 1. – p. 37-44. – doi: 10.5281/zenodo.1336426.
4. Deloitte. Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies, Zürich: Deloitte. - 2015
5. Dubé L., Du P., McRae C., Sharma N., Jayaraman S., Nie J.-Y. Convergent Innovation in Food throughBig Data and Artificial Intelligence for Societal-Scale Inclusive Growth // Technology Innovation Management Review. – 2018. – p. 49-65. – doi: 10.22215 / timreview/1139.
6. Fantini P., Pinzone M., Taisch M. Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling andassessing human activities within cyber-physical systems // Comput. Ind. – 2020. – p. 105058.

7. Frank A.G., Mendes G., Ayala N.F., Ghezzi A. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digitaltransformation of product firms: A business model innovation perspective // Technological Forecasting and Social Change. – 2019. – p. 341-351. – doi: 10.1016/j.techfore.2019.01.014.
8. Gerlitz L. Design management as a domain of smart and sustainable enterprise: Business modelling forinnovation and smart growth in Industry 4.0 // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – 2016. – № 3. – p. 244-268. – doi: 10.9770/jesi.2016.3.3(3).
9. Kiel D., Müller J.M., Arnold C., Voigt K.-I. Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challengesof Industry 4.0 // International Journal of Innovation Management. – 2017. – № 08. – p. 1740015. – doi: 10.1142/S1363919617400151.
10. Mario H., Pentek T., Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. - Dortmund: Technische Universität Dortmund, 2015. – 11 p.
11. Oliveira T., Fraga Martins M. Literature review of information technology adoption models at firm level // Electronic Journal Information Systems Evaluation. – 2011. – № 1. – p. 110-121.
12. Цифровая повестка ЕАЭС 2025: перспективы и рекомендации. Обзор совместного исследования Всемирного банка и Евразийской экономической комиссии. Eurasiancommission.org. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/Pages/digital_agenda.aspx (дата обращения: 07.11.2020).
13. Доклад о цифровой экономике 2019. Создание стоимости и получение выгод: последствия для развивающихся стран, ООН 2019. Unctad.org. [Электронный ресурс]. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/der2019_overview_ru.pdf (дата обращения: 07.11.2020).
14. Шварцкопф Т. Индустрия 4.0 – стратегия поддержки инновационной промышленности в федеральной земле Северный Рейн/Вестфалия. Возможности для международных компаний. II Форум бизнеса Северо-Запада. [Электронный ресурс]. URL: http://www.kvs.spb.ru/userfiles/003.pdf (дата обращения: 07.11.2020).
15. Захаров В.Я., Трофимов О.В., Фролов В.Г., Новиков А.В. Управление экосистемой: механизмы интеграции компаний в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» // Лидерство и менеджмент. – 2019. – № 4. – с. 453-468. – doi: 10.18334/lim.6.4.41197.
16. Трофимов О.В., Фролов В.Г., Захаров В.Я., Павлова А.А. Алгоритм принятия и реализации управленческих решений при согласовании интересов государства и хозяйствующих субъектов в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» // Лидерство и менеджмент. – 2019. – № 4. – с. 409-424. – doi: 10.18334/lim.6.4.41282.
17. Захаров В.Я., Трофимов О.В., Фролов В.Г., Кудайбергенова Н.С. Механизмы интеграции и кооперации сложных экономических систем в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – № 4. – с. 1341-1356. – doi: 10.18334/vinec.9.4.41283.
18. Горкина Т.И. Старопромышленные районы в условиях трансформации экономи-

ческого пространства в постиндустриальную эпоху // Экономические отношения. – 2019. – № 4. – с. 2385-2400. – doi: 10.18334/eo.9.4.41413.
19. Зозуля Д.М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – № 1. – с. 1-14. – doi: 10.18334/vinec.8.1.38856.
20. G20 Программа по развитию и сотрудничеству в сфере цифровой экономики. Итоговый документ-2016
21. Akdil K.Y., Ustundag A., Cevikcan E. Maturity and Readiness Model for Industry 4.0Strategy. / InUstundag, A., Cevikcan, E.Industry 4.0: Managing the Digital Transformation. - Springer: Birmingham, 2018. – 61-94 p.
22. Digital economy report 2019 Embargo Digital Economy Report 2019. United Nations Conference On Trade And Development. [Электронный ресурс]. URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_en.pdf (дата обращения: 02.11.200).
23. Edward Lee Cyber Physical Systems: DesignChallenges. Eecs.berkeley.edu. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS/2008/8.pdf (дата обращения: 07.11.2020).
24. Ibarra D., Ganzarain J., Igartua J. Business model innovation through Industry 4.0 // Procedia Manufacturing. – 2018. – p. 4-10. – doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.002.
25. McKendrick J. Industry 4.0: this time thewhole point of IT. Pcweek.ru. [Электронный ресурс]. URL: http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=174770 (дата обращения: 07.11.2020).
26. Indústria 4.0 Construir a empresa digital. PwC. [Электронный ресурс]. URL: https://www.pwc.pt/pt/temas-actuais/2016/pwc-industria-40.pdf (дата обращения: 07.11.2020).
27. RuEmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Bcgpers. [Электронный ресурс]. URL: https://www.bcgpers/pectives.com/content/articles/engineered_products_/project_business_industry_40_future_productivity_/growth_manufacturing_industries (дата обращения: 07.11.2020).
28. State of Digital Business Transformation. Cdn2.hubspot.net. [Электронный ресурс]. URL: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1624046/Digital %20Business %20Executive %20 Summary_FINAL.pdf?t=1526402192035 (дата обращения: 07.11.2020).

REFERENCES:

Akdil K.Y., Ustundag A., Cevikcan E. (2018). Maturity and Readiness Model for Industry 4.0Strategy Springer: Birmingham.

Arnold C., Kiel D. Voigt K.-I. (2016). How Industry 4.0 changes business models in different manufacturingindustries In Proceedings of the XXVII ISPIM Innovation Conference-Blending Tomorrow's InnovationVintage.

Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective International Journal of Science, Engineering and Technology. 8 (1). 37-44. doi: 10.5281/zenodo.1336426.

Digital economy report 2019 Embargo Digital Economy Report 2019United Nations Conference On Trade And Development. Retrieved November 02, 200, from https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_en.pdf

Dubé L., Du P., McRae C., Sharma N., Jayaraman S., Nie J.-Y. (2018). Convergent Innovation in Food throughBig Data and Artificial Intelligence for Societal-Scale Inclusive Growth Technol. Innov. Manag. Rev. 49-65. doi: 10.22215 / timreview/1139.

Edward Lee Cyber Physical Systems: DesignChallengesEecs.berkeley.edu. Retrieved November 07, 2020, from http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS/2008/8.pdf

Fantini P., Pinzone M., Taisch M. (2020). Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling andassessing human activities within cyber-physical systems Comput. Ind. 139 105058.

Frank A.G., Mendes G., Ayala N.F., Ghezzi A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digitaltransformation of product firms: A business model innovation perspective Technological Forecasting and Social Change. 141 341-351. doi: 10.1016/j.techfore.2019.01.014.

Gerlitz L. (2016). Design management as a domain of smart and sustainable enterprise: Business modelling forinnovation and smart growth in Industry 4.0 Entrepreneurship and Sustainability Issues. 3 (3). 244-268. doi: 10.9770/jesi.2016.3.3(3).

Gorkina T.I. (2019). Staropromyshlennye rayony v usloviyakh transformatsii ekonomicheskogo prostranstva v postindustrialnuyu epokhu [Old industrial areas in the conditions of economic space transformation in post-industrial era]. Journal of International Economic Affairs. 9 (4). 2385-2400. (in Russian). doi: 10.18334/eo.9.4.41413.

Ibarra D., Ganzarain J., Igartua J. (2018). Business model innovation through Industry 4.0 Procedia Manufacturing. 22 4-10. doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.002.

Indústria 4.0 Construir a empresa digitalPwC. Retrieved November 07, 2020, from https://www.pwc.pt/pt/temas-actuais/2016/pwc-industria-40.pdf

Kiel D., Müller J.M., Arnold C., Voigt K.-I. (2017). Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challengesof Industry 4.0 International Journal of Innovation Management. 21 (08). 1740015. doi: 10.1142/S1363919617400151.

Mario H., Pentek T., Otto B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review Dortmund: Technische Universität Dortmund.

McKendrick J. Industry 4.0: this time thewhole point of ITPcweek.ru. Retrieved November 07, 2020, from http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=174770

Oliveira T., Fraga Martins M. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level Electronic Journal Information Systems Evaluation. 14 (1). 110-121.

RuEmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing IndustriesBcgpers. Retrieved November 07, 2020, from https://www.bcgpers/pectives.com/content/articles/engineered_products_/project_business_industry_40_future_productivity_/growth_manufacturing_industries

State of Digital Business TransformationCdn2.hubspot.net. Retrieved November 07, 2020, from https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1624046/Digital %20Business %20 Executive %20Summary_FINAL.pdf?t=1526402192035

Trofimov O.V., Frolov V.G., Zakharov V.Ya., Pavlova A.A. (2019). Algoritm prinyatiya i realizatsii upravlencheskikh resheniy pri soglasovanii interesov gosudarstva i khozyaystvuyushchikh subektov v sootvetstvii s kontseptsiey «Industriya 4.0» [The algorithm of acceptance and realization of management decisions with the concurrence of the interests of the state and economic entities in accordance with the concept of «Industry 4.0»]. Leadership and management. 6 (4). 409-424. (in Russian). doi: 10.18334/lim.6.4.41282.

Zakharov V.Ya., Trofimov O.V., Frolov V.G., Kudaybergenova N.S. (2019). Mekhanizmy integratsii i kooperatsii slozhnyh ekonomicheskikh sistem v sootvetstvii s kontseptsiey «Industriya 4.0» [Mechanisms of integration and cooperation of complex economic systems in accordance with the concept of Industry 4.0]. Russian Journal of Innovation Economics. 9 (4). 1341-1356. (in Russian). doi: 10.18334/vinec.9.4.41283.

Zakharov V.Ya., Trofimov O.V., Frolov V.G., Novikov A.V. (2019). Upravlenie ekosistemoy: mekhanizmy integratsii kompaniy v sootvetstvii s kontseptsiey «Industriya 4.0» [The management of the ecosystem: integration mechanisms of the companies in accordance with the concept of «industry 4.0»]. Leadership and management. 6 (4). 453-468. (in Russian). doi: 10.18334/lim.6.4.41197.

Zhemlikhanov T. (2015). «Industriya 4.0»: revolyutsiya bez poter? [Industry 4.0: a loss-free revolution?]. Elektrotekhnicheskiy rynok. (5-6(65)). 32-36. (in Russian).

Zozulya D.M. (2018). Tsifrovizatsiya rossiyskoy ekonomiki i Industriya 4.0: vyzovy i perspektivy [Digitalization of the russian economy and Industry 4.0: challenges and prospects]. Russian Journal of Innovation Economics. 8 (1). 1-14. (in Russian). doi: 10.18334/vinec.8.1.38856.