

**РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0 РОССИЙСКИМИ
И ЗАРУБЕЖНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ: ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ РОССИЙСКОЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***

**IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 STRATEGIES BY RUSSIAN AND FOREIGN
ENTERPRISES:
CHANCES FOR THE RUSSIAN TEXTILE INDUSTRY**

В.Г. ФРОЛОВ, Е.В. ДРОБОТ, Е.Г. АБРАМОВ

V.G. FROLOV, E.V. DROBOT, E.G. ABRAMOV

(Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского,
Центр дополнительного профессионального образования,
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана)

(National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Center of Additional Professional Education,
Bauman Moscow State Technical University)

E-mail: frolov.unn@gmail.com; elenadrobot@mail.ru; abramov@bmnstu.ru

Успех предприятий в условиях четвертой промышленной революции во многом обусловлен возможностями реализации стратегий Индустрии 4.0. Именно поэтому научный интерес представляет анализ особенностей деятельности стран и предприятий-лидеров в сфере Индустрии 4.0 с целью выявления стратегий, способных обеспечить устойчивое конкурентное преимущество, прежде всего за счет внедрения новых цифровых технологий. Кроме того, внедрение инструментов стратегии Индустрии 4.0 представляет особый интерес для предприятий российской текстильной промышленности, для которых внедрение инноваций 4.0 может стать важным шагом на пути к ускоренному развитию. Целью исследования выступает анализ особенностей реализации стратегий Индустрии 4.0 российскими и зарубежными предприятиями. Для достижения поставленной цели в статье использованы следующие данные дорожной карты "Технет 4.0" Национальной технологической инициативы России, отчеты Всемирного экономического форума, доклад "Глобальный инновационный индекс" за 2020 г. и др. На основе анализа данных Всемирного экономического форума за 2021 г. представлена карта предприятий-"маяков" Индустрии 4.0, выделены основные страны-лидеры и отрасли, в которых имеется наибольшее число компаний, реализующих стратегии Индустрии 4.0. На основе анализа рейтинга "Глобальный инновационный индекс" за 2020 г. определены сильные и слабые стороны инновационной системы России. Среди основных причин технологического и инновационного отставания России выделены недостаточная эффективность государственного управления, недоступность инвестиций и низкие результаты креативной деятельности. Среди сильных сторон российской инновационной системы отмечены человеческий капитал, размеры внутреннего рынка, занятость в наукоемких отраслях. По данным дорожной карты "Технет 4.0", актуализированной в январе 2021 г.,

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-01000.

выделены предприятия Индустрии 4.0 в Российской Федерации, так называемые "Фабрики будущего". Сделан вывод о том, что в сложившихся условиях решающим фактором инновационного развития будет по-прежнему оставаться человеческий капитал.

The success of enterprises in the conditions of the fourth industrial revolution is largely depends on the possibilities of implementing Industry 4.0 strategies. That's why it is of scientific interest to analyze the particularities of the leading countries and enterprises activities in the field of Industry 4.0 in order to identify strategies that can provide a sustainable competitive advantage, primarily through the introduction of new technologies. In addition, the introduction of the tools of the Industry 4.0 strategy is of particular interest for the enterprises of the Russian textile industry. The enterprises of the Russian textile industry have been going through quite difficult times for more than a decade. And the introduction of innovations can be a step towards revival. Thus, the analysis of implementation of Industry 4.0 strategies by Russian and foreign enterprises was the purpose of the conducted research. To achieve this goal, the following data were used: the Technet 4.0 Roadmap of the National Technology Initiative of Russia, the World Economic Forum reports, the Global Innovation Index for 2020, etc. Based on the analysis of the World Economic Forum data for 2021, the Industry 4.0 lighthouses map is presented. The main leading countries and industries with the largest number of companies implementing Industry 4.0 strategies are identified. Based on the analysis of the Global Innovation Index ranking for 2020, the strengths and weaknesses of the Russian innovation system are identified. Among the main reasons for the technological and innovative backwardness of Russia, the insufficient efficiency of public administration, the inaccessibility of investments and the low results of creative activity are highlighted. Among the strengths of the Russian innovation system, human capital, the size of the domestic market, and employment in knowledge-intensive industries are noted. According to the Technet 4.0 Roadmap on January 2021, Industry 4.0 enterprises in the Russian Federation are identified. These enterprises are called Factories of the Future. It is concluded that currently human capital will continue to remain one of the decisive factors of innovative development.

Ключевые слова: бизнес-модель, глобальный инновационный индекс, инновации, Индустрия 4.0, Национальная технологическая инициатива, Технет 4.0, цифровые технологии, Четвертая промышленная революция.

Keywords: business model, global innovation index, innovation, Industry 4.0, National Technology Initiative, Technet 4.0, digital technologies, the Fourth Industrial Revolution.

Введение

Реализация стратегий Индустрии 4.0 промышленными предприятиями предполагает достижение комплекса системных и синергетических эффектов [1]. Причем главными результатами внедрения данных стратегий для хозяйствующих субъектов могут быть как модернизированные конкурентоспособные производства мирового уровня, так и угроза принципиальной не-

возможности конкурировать отечественным предприятиям с ведущими международными промышленными концернами как по стоимости продукции, так и скорости и гибкости исполнении проектов [1]. По данным компании McKinsey эффект от внедрения технологий и концепции Индустрии 4.0 в России предполагается ежегодно на уровне 1,3...4,1 трлн руб., что определено исходя из расчетного эффекта внедрения

технологий Индустрии 4.0 в развивающихся странах с поправкой на долю ВВП России в общем ВВП развивающихся стран, а целью на 2025 г. является рост объемов цифровой экономики в 3 раза [2].

Следует отметить, что исследованию Индустрии 4.0 посвящено достаточно много публикаций. Так, на портале ELIBRARY.RU на 19 августа 2021 г. можно обнаружить 363730 публикаций, из них 18276 вышли в 2021 г. В этих публикациях нашли отражение особенности технологического развития в условиях четвертой промышленной революции и цифровой трансформации экономики. Этим вопросам посвящены научные статьи таких авторов, как Бабилова А.В., Федосова Т.В. [3], Гурин М.А., Румянцев Ю.В. [5], Донцова О.И. [6], [7], Ивинская Е.Ю., Абдрахманова Д.Р. [8], Крафт Й., Зайцев А.В. [9], Миллер А.Е., Яковлева Е.В. [11], Минаев Н.Н., Жарова Е.А. [12], Сафиуллин М.Р., Савеличев М.В., Ельшин Л.А., Моисеев В.О. [13]. Особенности новой индустриализации подробно проанализированы в исследованиях таких экспертов, как Пискунов А.И., Главацкий В.Б. [16], Сумина Е.В., Зябликов Д.В. [17], Тагаров Б.Ж. [18], [19]. Среди исследований, посвященных непосредственно Индустрии 4.0, можно выделить работы таких ученых-экономистов, как Денисенко В.Ю. [22], Дудин М.Н. [23], Зозуля Д.М. [27], Кельчевская Н.Р., Колясников М.С. [28], [29], Кокурина А.Д. [30], Шевякова А.Л., Петренко Е.С. [31], [32], Широковских С.А. [33].-

Следует отметить, что внедрение инструментов стратегии Индустрии 4.0 представляет особый интерес для предприятий российской текстильной промышленности, для которых внедрение цифровых технологий может стать важным шагом на пути к ускоренному развитию.

Таким образом, целью исследования выступает анализ особенностей реализации стратегий Индустрии 4.0 российскими и зарубежными предприятиями.

Методы

Для достижения поставленной цели в статье проанализированы следующие данные, ресурсы и материалы.

– План мероприятий ("дорожная карта") "Технет", утвержденный 14 февраля 2017 г.;

– актуализированная дорожная карта "Технет 4.0" (передовые производственные технологии), утвержденная 21 января 2021 г.;

– отчет Всемирного экономического форума (ВЭФ) "Global Lighthouse Network: Reimagining Operations for Growth", подготовленный при содействии McKinsey & Company (март 2021 г.);

– доклад "The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?", подготовленный совместно Корнельским университетом, Европейским институтом управления бизнесом (INSEAD, L'Institut européen d'administration des affaires) и Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС) и др.

Результаты и обсуждения

Четвертая промышленная революция – это глобальная трансформация, характеризующаяся цифровой, биологической и физической технологической конвергенцией [35]. Становление Индустрии 4.0 оказывает беспрецедентное влияние на все стороны жизни общества и деятельности организаций, поскольку люди все большее внимания уделяют развитию технологий, для внедрения которых границ уже не существует. Новые технологии развиваются экспоненциально благодаря цифровой совместимости интеллектуальных продуктов и услуг [36].

В меняющемся мире скорость, с которой меняются технологии, а также политические, экономические и социальные факторы, влияющие на принятие деловых решений, требуют, чтобы бизнес-лидеры руководствовались принципами и миссиями организаций [37]. При этом современный бизнес уже готов к внедрению биткойнов и использованию блокчейн-технологий, а также к переходу на автономные логистические операции [38].

Однако нужно отметить, что цель Индустрии 4.0 будет заключаться не в полной замене работников автоматизированными процессами и искусственным интеллектом, а в устранении неточностей и обеспечении более быстрых процессов, в которых

можно быстро и в режиме реального времени обмениваться знаниями. Вмешательство людей, которые управляют производственными системами и берут под контроль любой сбой в системе, всегда будет необходимо!

Проблемы, стоящие перед предприятиями в условиях Индустрии 4.0, связаны не только с использованием новейших технологий и совершенствованием технологических и роботизированных систем в произ-

водстве, но и с необходимостью обеспечения развития таких областей деятельности, как логистика, поддержка клиентов, деловое администрирование и т.д., в том числе за счет использования и в этих сферах аналитических технологий и нового программного обеспечения. Появление новых вызовов связано с изменениями на рынке, связанными с технологическими достижениями, которые оказывают непосредственное влияние на потребительский спрос [39].

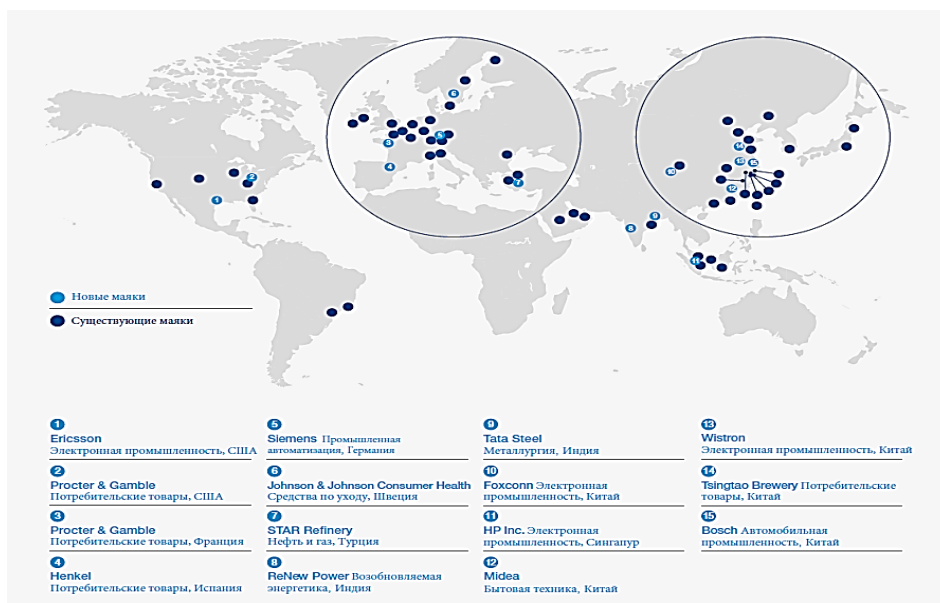


Рис. 1

В 2018 г. Всемирным экономическим форумом в сотрудничестве с McKinsey & Company была создана сеть организаций Global Lighthouse Network, состоящая из сообщества производителей, показывающих лидирующие результаты в использовании технологий Индустрии 4.0 для модернизации предприятий, цепочек создания стоимости и бизнес-моделей. Эти производители получили название "маяки" уровня Индустрии 4.0. По итогам 2020 г. сеть организаций Global Lighthouse Network пополнилась 15 новыми "маяками" в составе 69 предприятий различных отраслей промышленности во всем мире [43...45] (рис. 1 – предприятия-"маяки" Индустрии 4.0 (по данным Всемирного экономического форума на 2021 г.) (Источник: [44, с. 7])).

Предприятия-"маяки" были отобраны из списка 1000 компаний различных секторов промышленности на основе достигнутых

результатов реализации стратегий Индустрии 4.0 [44], [45]. Все предприятия разделены на 4 группы:

- предприятия, выпускающие товары народного потребления;
- предприятия обрабатывающих отраслей;
- предприятия, выпускающие фармацевтические и медицинские товары;
- передовые предприятия [44].

Диверсификация предприятий по различным секторам показывает, что решения и стратегии Индустрии 4.0, которые позволяют добиться успеха в масштабировании инноваций Индустрии 4.0, актуальны для различных секторов промышленности, предприятий разного размера: как заводов с более 10000 сотрудников, так и предприятий малого бизнеса. Стратегии внедрения Индустрии 4.0 также различны – это стратегии от индивидуальных изменений на ло-

кализованных производственных площадках до цифровой трансформации полных цепочек создания стоимости [46].

Например, компания *Bosch* (Китай) реализовала стратегию цифровой трансформации в производстве и логистике, снизив производственные затраты на 15% при одновременном повышении качества на 10%. Компания *Henkel* (Испания) для дальнейшего повышения производительности и повышения устойчивости компании построила свою цифровую платформу для масштабирования технологий четвертой промышленной революции, связав свои кибернетические и физические системы на заводе в городе Монторнес-дель-Вальес. В итоге затраты снизились на 15%, время вывода на рынок продуктов сократилось на 30% при одновременном снижении выбро-

сов углекислого газа на 10%. *Procter & Gamble* (США), реализуя стратегию следования за изменениями потребительских тенденций, инвестировала в гибкость цепочек поставок, используя цифровые двойники, расширенную аналитику и роботизированную автоматизацию. Это привело к ускорению вывода на рынок новых продуктов в 10 раз, увеличению производительности труда на 5% в годовом исчислении, что позволило избежать дефицита запасов в течение года [43].

В 2021 г., по данным ВЭФ, на Китай приходится 20 заводов-"маяков", на страны Европейского союза – 19, на США – 7 заводов и еще 5 – на Японию [43]. Отметим, что российских предприятий среди этих 69 передовых "маяков" не представлено.

Т а б л и ц а 1

Элемент развития	Общий GIИ-2020	Институты	Человеческий капитал и развитие	Инфраструктура	Уровень развития рынка	Уровень развития бизнеса	Развитие технологий и экономики знаний	Результаты креативной деятельности
Российская Федерация	47	71	30	60	55	42	50	60

Примечание. Темно-синий цвет означает, что экономика относится к 4-му квартилю (лучшие показатели, с 1-го по 32-е место в рейтинге). Зеленый цвет – 3-й квартиль (с 33-го по 65-е место). Желтый цвет – 2-й квартиль (с 66-го по 98-е место). Оранжевый цвет – 1-й квартиль (с 99-го по 131-е место). Источник: составлено авторами по данным [47].

Использование цифровых технологий открывает для российской экономики, как возможности, так и серьезные угрозы. Поэтому в основе реализации стратегий Индустрии 4.0 в Российской Федерации должна лежать сбалансированная промышленная политика в силу недостаточного институционального развития [16]. Промышленная сфера является двигателем инноваций, источником роста производительности. Однако позиция России в глобальном инновационном рейтинге достаточно невысокая. Так, по итогам 2020 г. в глобальном инновационном индексе (*GIИ, Global Innovation Index*) Россия заняла 47 место среди 131 страны, опустившись на одну позицию вниз по сравнению с 2019 г., опередив Индию (48), но отстав от Украины (45) и Румынии (46) (табл. 1) [47].

В табл. 2 представлен анализ сильных и слабых сторон инновационной системы России, проведенный на основе данных рейтинга по данным *GIИ-2020*. Проведенный анализ дает четкое представление о конкурентных преимуществах российской инновационной системы, к которым можно отнести: человеческий капитал; предоставление государственных услуг онлайн; использование ИКТ; размеры внутреннего рынка; занятость в наукоемких отраслях; численность занятых женщин с научными степенями; платежи, связанные с интеллектуальной собственностью; число патентов на изобретения и т.д. Среди основных причин отставания России в рейтинге можно выделить, прежде всего, недостаточную эффективность государственного управления, низкую экологическую устойчивость,

низкую энергоэффективность, недоступность инвестиций и микрофинансирования, недостаточное развитие кластеров, невысо-

кое число полученных сертификатов качества ИСО 9001, небольшое количество научно-технических статей и низкие результаты креативной деятельности.

Т а б л и ц а 2

Сильные стороны российской инновационной системы	Слабые стороны российской инновационной системы
Человеческий капитал и наука (30): высшее образование (17); соотношение численности учеников и учителей в среднем образовании (19)	Институты (74): качество регулирования (105); верховенство права (114); эффективность государственного управления (75)
Инфраструктура (60): государственные услуги, предоставляемые онлайн (25); выработка электроэнергии (28); доступ к ИКТ (51), использование ИКТ (44)	Инфраструктура (60): экологическая устойчивость (101); энергоэффективность (115), сертификация ИСО 14001 (106)
Уровень развития рынка (55): торговля, конкуренция и масштабы рынка (18), в том числе размеры внутреннего рынка (6)	Уровень развития рынка (55): отставание по направлению инвестиции (106); доступность микрофинансирования (77)
Уровень развития бизнеса (42): численность занятых в наукоемких отраслях (18); численность занятых женщин с научными степенями (10); платежи, связанные с интеллектуальной собственностью (17)	Уровень развития бизнеса (42): число компаний, предлагающих обучение (91); развитие кластеров (95); приток иностранных инвестиций (95)
Развитие технологий и экономики знаний (50): число патентов на изобретение (17) и полезную модель (5); цитируемость (H-index) (22)	Развитие технологий и экономики знаний (50): число полученных сертификатов качества ИСО 9001 (105); научно-технические статьи (66)
	Результаты креативной деятельности (60): художественные фильмы (81), печатные и другие средства массовой информации (76), экспорт товаров – результатов креативной деятельности (69)

П р и м е ч а н и е. В скобках указано место России по соответствующим показателям в ГИП–2020. Источник: составлено авторами по данным [47].

В целях объединения представителей бизнеса и экспертных сообществ для развития в России перспективных технологических рынков и отраслей, которые могут стать основой мировой экономики, в 2014 г. в Российской Федерации была создана АНО "Платформа Национальной технологической инициативы". Основное достижение последних лет – это разработка и реализации плана мероприятий ("дорожной карты") "Технет" (передовые производственные технологии (ППТ) Национальной технологической инициативы [48],

[49]. По данным дорожной карты "Технет", в России запланировано следующее число "Фабрик будущего" "Технет": в 2018 г. – 3; в 2019 г. – 5; в 2025 г. – 17; в 2035 г. – 40 [48]. В настоящее время в обновленной дорожной карте "Технет 4.0" отмечается, что создано 4 цифровые фабрики и 2 "умные" фабрики в составе "Фабрик будущего" [49]. По данным дорожной карты "Технет 4.0" в 2020 г. к "Фабрикам будущего" отнесены следующие предприятия [49] (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Цифровые фабрики	"Умные" фабрики
Цифровая платформа разработки цифровых двойников CML-Bench	"Умная" Фабрика "Сатурн"
Цифровая фабрика по созданию семейства высокооборотных дизельных двигателей	Высокотехнологичное производство робототехнических комплексов (АО "Диаконт")
Универсальная модульная платформа развития модельного ряда электротранспорта под различные запросы потребителей CML-EV,	
"Цифровая верфь"	

П р и м е ч а н и е. Источник: составлено авторами на основе данных дорожной карты "Технет 4.0" [49].

Для дальнейшего масштабирования решений Индустрии 4.0 необходимы гибкие методы работы, что возможно в организациях с оптимизированными бизнес-процессами и высокой корпоративной культурой. Организации лидеры придают большое значение развитию персонала. Это необходимо для того, чтобы задействовать гибкие рабочие режимы и максимизировать возможности цифровой трансформации. Обучение, переподготовка и повышение квалификации удерживают трудовые ресурсы внутри организации, перемещая их в необходимые новые области Индустрии 4.0. Для обучения персонала в России большое внимание уделяется развитию Центров компетенций Национальной технологической инициативы.

Внедрение технологических решений Индустрии 4.0 на предприятиях российской текстильной промышленности представляет особый интерес, поскольку именно инновации 4.0 могут стать необходимым шагом на пути к ускоренному развитию отрасли. Отметим, что в проекте Стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года в отличие от предыдущего документа [50] учитываются возможности использования новых технологий в легкой промышленности, например, таких как 3D-печать, автоматизация проектирования и производства, робототехника и цифровая печать по ткани, технологии производства "умных изделий" и др. [51]. Однако, на наш взгляд, отмечается недостаточный уровень синхронизации положений стратегии с основными программными документами развития цифровой экономики. В Российской Федерации в настоящее время реализуется ряд проектов в текстильной промышленности с элементами Индустрии 4.0. Среди таких проектов можно отметить:

- выпуск высококачественного котонина для изготовления экологически чистых "зеленых" тканей и хлопчато-льняных пряж, ООО "Мануфактура Балина" (Ивановская обл.) (2018-2021 гг.);

- выпуск высокотехнологичных тканей со специальными защитными свойствами для одежды, АО ФПК "Чайковский

текстильный дом" и ООО Фирма "Чайковский партнер" (Пермский край) (2013-2022 гг.);

- проект оснащения производства современным технологическим оборудованием для нанесения полимерных покрытий на тканевые основы, АО "Ивановоискож" (Ивановская обл.) (2017-2022 гг.) и др. [52].

Несмотря на экономический спад 2019-2021 гг., Россия остается одним из лидеров Евразии по показателю потребительского спроса, в том числе и в текстильной промышленности. Если отечественные предприятия смогут удовлетворить потребности хотя бы внутреннего рынка и обойдут на нем зарубежных игроков, в основном из Китая и Турции, предприятия текстильной промышленности только за счет этого смогут заметно укрепить свои позиции [53]. Реализовать этот потенциал текстильной промышленности поможет переход к Индустрии 4.0. В настоящее время он затруднен из-за низкого уровня цифровизации производств и недостаточных инвестиций в инновационные технологии, однако первые шаги навстречу четвертой промышленной революции уже сделаны.

Хотелось бы отметить, что мировая производственная отрасль отстает в принятии производственных технологий Четвертой промышленной революции: большинство компаний находятся на пилотных этапах разработки. С одной стороны, это объективный процесс, так как сфера промышленного производства является очень капиталоемкой. С другой стороны, необходимы координирующие меры в силу масштаба и значимости преобразований.

В связи с медицинскими и другими ограничениями неопределенность рынков останется высокой. Эта изменчивость будет по-прежнему присутствовать в спросе, предложении и ожиданиях клиентов. Для поддержания конкурентоспособности требуется скорость и приспособляемость. Компании должны найти решения для увеличения ценности. Для этого им нужны масштабируемые и гибкие производственные системы Индустрии 4.0. Для достижения этих целей можно выделить два основных способа стимулирования роста: внед-

рение новых бизнес-моделей (достижение системных эффектов) и раскрытие потенциала ресурсов предприятия (достижение синергетических эффектов).

ВЫВОДЫ

Четвертая технологическая революция оказывает влияние на человека, его образ жизни и окружающую среду гораздо больше, чем три предыдущих. Эти революционные изменения вносят коррективы в сферу экономики. Однако экономическая наука не вынесла окончательного и единодушного суждения о последствиях, которые принесут новые технологии человечеству. Есть утверждения, что эта революция принесет не только материальный рост, но и лучшее и более справедливое распределение благ для всех людей на земле, то есть максимизацию благосостояния [54]. Кроме того, также значительны ожидания снижения зависимости роста и развития от потребления природных истощенных ресурсов.

Однако существуют и противоречивые мнения: что распределение товаров станет более несправедливым, что разрыв между богатыми и бедными будет еще больше углубляться и что автоматизация труда вызовет массовую безработицу [54]. Наибольшую выгоду от Четвертой промышленной революции сегодня имеют владельцы интеллектуального и материального капитала, в то время как главными проигравшими являются рабочие, чей труд становится невостребованным в условиях автоматизации производства и внедрения робототехники. По этой причине растет дифференциация доходов между теми, кто живет за счет исключительно своей собственной работы, и теми, кто управляет капиталом.

Очевидно, что разные страны вступают в новую промышленную и технологическую революцию с разных позиций. Безусловно, это частично отразится на их демографических характеристиках, т.е. повлияет на ситуацию на рынках труда. Немалое количество рабочих мест, особенно ручного труда и более низкой квалификации, практически исчезнет, в то время как

будет возрастать значение подготовленных и образованных инженеров и специалистов других профессий, занятых управлением и координированием новых систем массового производства.

В сложившихся условиях будут предъявляться (и уже предъявляются!) новые требования к системам образования. Таким образом, одним из решающих факторов инновационного развития будет по-прежнему оставаться человеческий капитал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов В.Г., Павлова А.А. Системные эффекты реализации инновационно-инвестиционно сбалансированной промышленной политики в условиях цифровой экономики // Экономические отношения. – 2019, № 4. С. 2919...2936.

2. Антекман А., Калабин В., Клищов В. и др. Цифровая Россия: новая реальность. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mckinsey.com/ru/~ /media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx> (дата обращения: 05.08.2021).

3. Бабикова А.В., Федосова Т.В. Реверсивная модель инновационной экосистемы как инструмент интенсификации регионального технологического развития // Экономика, предпринимательство и право. – 2021, № 6. С. 1317...1332. doi: 10.18334/err.11.6.112228.

4. Гурина М.А., Румянцева Ю.В. Системные вызовы четвертой промышленной революции: уберизация как новая модель бизнеса // Вопросы инновационной экономики. – 2019, № 3. С. 1121...1134. doi: 10.18334/vinec.9.3.40896.

5. Донцова О.И. Точки роста российской экономики, основанные на научно-технологическом развитии // Вопросы инновационной экономики. – 2021, № 2. С. 471...484. doi: 10.18334/vinec.11.2.112263.

6. Донцова О.И. Факторы прорывного технологического развития российской промышленности // Вопросы инновационной экономики. – 2021, № 1. С. 101...118. doi: 10.18334/vinec.11.1.111567.

7. Ивинская Е.Ю., Абдрахманова Д.Р. Взаимосвязь технологических и организационных инноваций в условиях цифровой трансформации экономики // Вопросы инновационной экономики. – 2021, № 2. С. 431...442. doi: 10.18334/vinec.11.2.112040.

8. Крафт Й., Зайцев А.В. Наступление четвертой промышленной революции и формирование рыночных структур // Вопросы инновационной экономики. – 2017, № 4. С. 281...298. doi: 10.18334/vinec.7.4.38683.

9. Миллер А.Е., Яковлева Е.В. Теоретическое обоснование ресурсного обеспечения интеллектуальной инфраструктуры технологического развития

- // Вопросы инновационной экономики. – 2021, № 2. С. 507...522. doi: 10.18334/vines.11.2.112206.
10. Минаев Н.Н., Жарова Е.А. Анализ накопления человеческого капитала в регионах России в условиях технологических сдвигов и перехода к цифровой экономике // Экономика, предпринимательство и право. – 2021, № 6. С. 565...584. doi: 10.18334/et.8.6.112314.
11. Сафиуллин М.Р., Савеличев М.В., Ельшин Л.А., Моисеев В.О. Блокчейн как составляющая макрорегенерирующего кластера шестого технологического уклада // Вопросы инновационной экономики. – 2020, № 3. С. 1509...1522. doi: 10.18334/vines.10.3.110497.
12. Пискунов А.И., Главацкий В.Б. Новая индустриализация России: пути преодоления отставания // Вопросы инновационной экономики. – 2019, № 2. С. 287...300. doi: 10.18334/vines.9.2.40579.
13. Сумина Е.В., Зябликов Д.В. Технологические приоритеты стратегического развития региона в условиях цифровой индустриализации // Вопросы инновационной экономики. – 2020, № 3. С. 1535...1554. doi: 10.18334/vines.10.3.110663.
14. Тагаров Б.Ж. Переход к постиндустриальной экономике как условие устойчивого развития региона // Экономика, предпринимательство и право. – 2021, № 6. С. 1333...1344. doi: 10.18334/err.11.6.112235.
15. Тагаров Б.Ж. Причины реиндустриализации экономики развитых стран // Экономические отношения. – 2020, № 4. С. 999...1010. doi: 10.18334/eo.10.4.111012.
16. Денисенко В.Ю. Автоматизация производственных бизнес-процессов в условиях Индустрии 4.0 на промышленных предприятиях // Вопросы инновационной экономики. – 2020, № 2. С. 1007...1014. doi: 10.18334/vines.10.2.100878.
17. Дудин М.Н. Индустрия 4.0: российско-германское сотрудничество в сфере цифровых технологий // Экономика, предпринимательство и право. – 2021, № 4. С. 965...984. doi: 10.18334/err.11.4.111252.
18. Зозуля Д.М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. – 2018, № 1. С. 1...14. doi: 10.18334/vines.8.1.38856.
19. Кельчевская Н.Р., Колясников М.С. Использование больших данных в стратегическом управлении знаниями компании, следующей трендам Индустрии 4.0 // Лидерство и менеджмент. – 2020, № 3. С. 405...426. doi: 10.18334/lm.7.3.110662.
20. Колясников М.С., Кельчевская Н.Р. Разработка стратегической карты управления знаниями в компаниях, внедряющих достижения Индустрии 4.0 // Вопросы инновационной экономики. – 2020, № 4. С. 2233...2250. doi: 10.18334/vines.10.4.111214.
21. Кокурина А.Д. Новая стратегия инновационно-технологического прорыва высокотехнологических компаний региона Центральной Азии и Европы в контексте наступления "Индустрии 4.0" // Экономика Центральной Азии. – 2019, № 4. С. 239...252. doi: 10.18334/asia.3.4.111600.
22. Шевякова А.Л., Петренко Е.С., Набиев Е.Н., Мамбетова С.Ш., Ескерова З.А. Формирование компетенций для Индустрии 4.0: рекомендации к действию // Экономика, предпринимательство и право. – 2021, № 3. С. 715...734. doi: 10.18334/err.11.3.111815.
23. Шевякова А.Л., Петренко Е.С., Уразбеков А.К. Развитие компетенций для Индустрии 4.0: квалификационные требования и решения // Вопросы инновационной экономики. – 2020, № 1. С. 85...102. doi: 10.18334/vines.10.1.100690.
24. Широковских С.А. Industry 4.0 как организационно-экономическая основа инновационного развития высокотехнологических компаний региона Центральной Азии и индустриально развитых стран // Экономика Центральной Азии. – 2019, № 4. С. 229...238. doi: 10.18334/asia.3.4.111599.
25. Zulmir Hassani Afdhal, Yusoff Fazirah, Wan Zain Wan Nor Aisyah. Fair and Responsible in Logistics IR 4.0 // MPRA Paper No. 108432, posted 25 Jun 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/108432/> (дата обращения: 19.08.2021).
26. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond*. World Economic Forum, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (дата обращения: 19.08.2021).
27. Aramco S., Watson W. HR4.0: Shaping People Strategies in the Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.weforum.org/reports/hr4-0-shaping-people-strategies-in-the-fourth-industrial-revolution> (дата обращения: 19.08.2021).
28. Heutger M. *Fair and Responsible Logistics*. A DHL perspective on how to create lasting competitive advantage. – Troisdorf: DHL Customer Solutions & Innovation, 2015. P. 20...34.
29. *Industry 4.0 effects Logistics 4.0*. Institute of Supply Chain Management, 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ioscm.com/blog/industry-4-0-effects-logistics-4-0/> (дата обращения: 19.08.2021).
30. 69 advanced manufacturing sites light the way as learning beacons. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.weforum.org/our-impact/advanced-manufacturing-factories-light-the-way-as-learning-beacons> (дата обращения: 28.07.2021).
31. Global Lighthouse Network: Reimagining Operations for Growth. White Paper, March 2021. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_2021_Reimagining_Operations_for_Growth.pdf (дата обращения: 05.08.2021).
32. Global Lighthouse Network [Электронный ресурс]. URL: https://www.weforum.org/projects/global_lighthouse_network (дата обращения: 05.08.2021).
33. Shaping the Future of Advanced Manufacturing and Production. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.weforum.org/platforms/shaping-the-future-of-production> (дата обращения: 05.08.2021).

34. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/> (дата обращения: 19.08.2021).

35. План мероприятий "Технет" Национальной технологической инициативы. [Электронный ресурс]. URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2017/02_february/15/Dorozhnaya_karta_TechNet.pdf (дата обращения: 28.07.2021).

36. План мероприятий ("дорожная карта") "Технет 4.0" (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы. [Электронный ресурс]. URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2021/06/24/2021_0624_DK_Technet.pdf (дата обращения: 05.08.2021).

37. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 24 сентября 2009 г. № 853 "Об утверждении Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года и Плана мероприятий по ее реализации". Информационно-правовой портал ГАРАНТ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96394/> (дата обращения: 04.09.2021).

38. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2025 года. Проект. Официальный сайт Министерства промышленности и торговли РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://minpromtorg.gov.ru/docs/#!proekt_strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_v_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2025_goda_1 (дата обращения: 04.09.2021).

39. Итоги развития легкой промышленности России в 2015-2019 гг. Перспективы отрасли в 2020-2025 гг. Минпромторг России. [Электронный ресурс]. URL: https://inpectp.ru/doc/Итоги_развития_ЛП_России.pdf (дата обращения: 04.09.2021).

40. Максимов М. Индустрия 4.0: шанс для российского легпрома // Инвест Форсайт, 23 апреля 2020. [Электронный ресурс]. <https://www.if24.ru/industrya-4-0-shans-dlya-rossijskogo-legproma/> URL: (дата обращения: 05.09.2021).

41. *Pajović I., Petrović D., Bukvić R.* Industry 4.0 and Serbia: Modern Technologies and the Impact on the Economy of Modern Society Independent // MPRA Paper No. 97489, posted 12 Dec 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/97489/> (дата обращения: 19.08.2021).

REFERENCES

1. Frolov V.G., Pavlova A.A. System effects of the implementation of innovation-investment balanced industrial policy in the digital economy // *Economic relations*. - 2019, No. 4. С. 2919 ... 2936.

2. Aptekman A., Kalabin V., Klintsov V. et al. Digital Russia: a new reality. 2017. [Electronic resource]. URL: https://www.mckinsey.com/ru/~/_media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx (accessed : 08/05/2021).

3. Babikova A.V., Fedosova T.V. Reverse model of innovation ecosystem as a tool for intensification of regional technological development // *Economics, Entrepreneurship and Law*. - 2021, No. 6. S. 1317 ... 1332. doi: 10.18334/epp.11.6.112228.

4. Gurina M.A., Rumyantseva Yu.V. Systemic challenges of the fourth industrial revolution: uberization as a new business model // *Issues of innovative economics*. - 2019, No. 3. S. 1121 ... 1134. doi: 10.18334/vinec.9.3.40896.

5. Dontsova O.I. Points of growth of the Russian economy based on scientific and technological development // *Issues of innovative economics*. - 2021, No. 2. S. 471 ... 484. doi: 10.18334/vinec.11.2.112263.

6. Dontsova O.I. Factors of breakthrough technological development of the Russian industry // *Issues of innovative economics*. - 2021, No. 1. S. 101 ... 118. doi: 10.18334/vinec.11.1.111567.

7. Ivinskaya E.Yu., Abdrakhmanova D.R. The relationship of technological and organizational innovations in the conditions of digital transformation of the economy // *Issues of innovative economics*. - 2021, No. 2. S. 431 ... 442. doi: 10.18334/vinec.11.2.112040.

8. Kraft J., Zaitsev A.V. The onset of the fourth industrial revolution and the formation of market structures // *Issues of innovative economics*. - 2017, No. 4. S. 281 ... 298. doi: 10.18334/vinec.7.4.38683.

9. Miller A.E., Yakovleva E.V. Theoretical substantiation of the resource support of the intellectual infrastructure of technological development // *Issues of innovative economics*. - 2021, No. 2. S. 507 ... 522. doi: 10.18334/vinec.11.2.112206.

10. Minaev N.N., Zharova E.A. Analysis of the accumulation of human capital in the regions of Russia in the context of technological shifts and the transition to a digital economy // *Labor Economics*. - 2021, No. 6. S. 565...584. doi: 10.18334/et.8.6.112314.

11. Safullin M.R., Savelichev M.V., Elshin L.A., Moiseev V.O. Blockchain as a component of the macro-generating cluster of the sixth technological order // *Issues of innovative economics*. - 2020, No. 3. S. 1509 ... 1522. doi: 10.18334/vinec.10.3.110497.

12. Piskunov A.I., Glavatsky V.B. New industrialization of Russia: ways to overcome the lag // *Questions of innovation economy*. - 2019, No. 2. S. 287 ... 300. doi: 10.18334/vinec.9.2.40579.

13. Sumina E.V., Zyablikov D.V. Technological priorities of the strategic development of the region in the context of digital industrialization // *Issues of innovative economics*. - 2020, No. 3. S. 1535...1554. doi: 10.18334/vinec.10.3.110663.

14. Tagarov B.Zh. Transition to a post-industrial economy as a condition for sustainable development of the region // *Economics, Entrepreneurship and Law*. - 2021, No. 6. S. 1333 ... 1344. doi: 10.18334/epp.11.6.112235.

15. Tagarov B.Zh. Reasons for the reindustrialization of the economy of developed countries // *Economic relations*. - 2020, No. 4. S. 999 ... 1010. doi: 10.18334/eo.10.4.111012.

16. Denisenko V.Yu. Automation of production business processes in the conditions of Industry 4.0 at

- industrial enterprises // Issues of innovative economics. - 2020, No. 2. P. 1007 ... 1014. doi: 10.18334/vinec.10.2.100878.
17. Dudin M.N. Industry 4.0: Russian-German cooperation in the field of digital technologies // Economics, Entrepreneurship and Law. - 2021, No. 4. S. 965 ... 984. doi: 10.18334/epp.11.4.111252.
18. Zozulya D.M. Digitalization of the Russian Economy and Industry 4.0: Challenges and Prospects // Issues of Innovative Economics. - 2018, No. 1. S. 1 ... 14. doi: 10.18334/vinec.8.1.38856.
19. Kelchevskaya N.R., Kolyasnikov M.S. The use of big data in the strategic knowledge management of a company following the trends of Industry 4.0 // Leadership and Management. - 2020, No. 3. S. 405 ... 426. doi: 10.18334/lim.7.3.110662.
20. Kolyasnikov M.S., Kelchevskaya N.R. Development of a strategic map of knowledge management in companies implementing the achievements of Industry 4.0 // Issues of innovative economics. - 2020, No. 4. S. 2233 ... 2250. doi: 10.18334/vinec.10.4.111214.
21. Kokurina A.D. A new strategy for innovative and technological breakthrough of high-tech companies in the region of Central Asia and Europe in the context of the offensive "Industry 4.0" // Economics of Central Asia. - 2019, No. 4. P. 239 ... 252. doi: 10.18334/asia.3.4.111600.
22. Shevyakova A.L., Petrenko E.S., Nabiev E.N., Mambetova S.Sh., Eskerova Z.A. Formation of competencies for Industry 4.0: recommendations for action // Economics, entrepreneurship and law. - 2021, No. 3. S. 715 ... 734. doi: 10.18334/epp.11.3.111815.
23. Shevyakova A.L., Petrenko E.S., Urazbekov A.K. Development of competencies for Industry 4.0: qualification requirements and solutions // Questions of innovation economy. - 2020, No. 1. P. 85 ... 102. doi: 10.18334/vinec.10.1.100690.
24. Shirokovskikh S.A. Industry 4.0 as an organizational and economic basis for the innovative development of high-tech companies in the region of Central Asia and industrialized countries // Economics of Central Asia. - 2019, No. 4. S. 229 ... 238. doi: 10.18334/asia.3.4.111599.
25. Zulamir Hassani Afdhal, Yusoff Fazirah, Wan Zain Wan Nor Aisyah. Fair and Responsible in Logistics IR 4.0 // MPRA Paper No. 108432, posted 25 Jun 2021. [Electronic resource]. URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/108432/> (date of access: 08/19/2021).
26. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond. World Economic Forum, 2016. [Electronic resource]. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (accessed 08/19/2021).
27. Aramco S., Watson W. HR4.0: Shaping People Strategies in the Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, 2019. [Electronic resource]. URL: <https://www.weforum.org/reports/hr4-0-shaping-people-strategies-in-the-fourth-industrial-revolution> (accessed 08/19/2021).
28. Heutger M. Fair and Responsible Logistics. A DHL perspective on how to create a lasting competitive advantage. – Troisdorf: DHL Customer Solutions & Innovation, 2015. P. 20...34.
29. Industry 4.0 effects Logistics 4.0. Institute of Supply Chain Management, 2018. [Electronic resource]. URL: <https://www.ioscm.com/blog/industry-4-0-effects-logistics-4-0/> (accessed 08/19/2021).
30. 69 advanced manufacturing sites light the way as learning beacons. [Electronic resource]. URL: <https://www.weforum.org/our-impact/advanced-manufacturing-factories-light-the-way-as-learning-beacons> (accessed 07/28/2021).
31. Global Lighthouse Network: Reimagining Operations for Growth. White Paper, March 2021. World Economic Forum. [Electronic resource]. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_2021_Reimagining_Operations_for_Growth.pdf (accessed 08/05/2021).
32. Global Lighthouse Network [Electronic resource]. URL: https://www.weforum.org/projects/global_lighthouse_network (accessed 08/05/2021).
33. Shaping the Future of Advanced Manufacturing and Production. [Electronic resource]. URL: <https://www.weforum.org/platforms/shaping-the-future-of-production> (accessed 08/05/2021).
34. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 2020. [Electronic resource]. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/> (date of access: 08/19/2021).
35. Action Plan "Technet" of the National Technology Initiative. [Electronic resource]. URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2017/02_february/15/Dorozhnaya_karta_TechNet.pdf (date of access: 07/28/2021).
36. Action plan ("road map") "Technet 4.0" (advanced production technologies) of the National Technology Initiative. [Electronic resource]. URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2021/06/24/2021_0624_DK_Technet.pdf (Date of access: 08/05/2021).
37. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation of September 24, 2009 No. 853 "On Approval of the Strategy for the Development of Light Industry in Russia for the period up to 2020 and the Action Plan for its implementation". Information and legal portal GARANT. [Electronic resource]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96394/> (date of access: 09/04/2021).
38. Strategy for the development of light industry in Russia for the period up to 2025. Project. Official site of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation. [Electronic resource]. URL: https://minpromtorg.gov.ru/docs/#!proekt_strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_v_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2025_goda_1 (date of access: 09/04/2021).
39. Results of the development of light industry in Russia in 2015-2019 Industry outlook for 2020-2025 Ministry of Industry and Trade of Russia. [Electronic resource]. URL: https://inpctlp.ru/doc/Results_of_development_LP_of_Russia.pdf (date of access: 04.09.2021).

40. Maksimov M. Industry 4.0: a chance for the Russian light industry // Invest Foresight, April 23, 2020. [Electronic resource]. [https:// www.if24.ru/industry-4-0-shans-dlya-rossijskogo-legproma/](https://www.if24.ru/industry-4-0-shans-dlya-rossijskogo-legproma/) URL: (date of access: 09/05/2021).

41. Pajović I., Petrović D., Bukvić R. Industry 4.0 and Serbia: Modern Technologies and the Impact on the

Economy of Modern Society Independent // MPRA Paper No. 97489, posted 12 Dec 2019. [Electronic resource]. URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/97489/> (date of access: 08/19/2021). Рекомендована кафедрой менеджмента МГТУ им. Н.Э. Баумана. Поступила 28.09.21.
