



# Основные направления и механизмы цифровизации промышленности РФ

Ю.С. Богачев<sup>1</sup>  
П.В. Трифонов<sup>1</sup>  
Н.М. Абдикеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Москва, Россия)

## Аннотация

Статья посвящена обоснованию модели формирования экосистемы промышленного развития на основе современных цифровых технологий в промышленности. В ней рассматриваются проблемы технологической суверенности экономики РФ. Показано, что решение этой проблемы возможно только на основе экосистемы промышленного развития – системы производственных цепочек важнейших видов промышленной продукции, технологической платформы развития, взаимодействия субъектов промышленного производства с потребителями ее продукции на внутреннем и внешнем рынках. Показаны необходимость концентрации промышленного потенциала, ресурсов технологического развития, квалифицированного кадрового потенциала и направления создания условий обеспечения экономики России соответствующей мировому технологическому уровню продукцией. В статье проанализированы основные существующие и перспективные модели функционирования промышленного предприятия; дана развернутая характеристика барьеров и трудностей на пути цифровизации промышленных предприятий в РФ.

Для формирования экосистемы промышленного развития РФ сформулированы направления выявления и оценки состояния производственного и технологического кадрового потенциала, его соответствия потребностям внутреннего рынка. Даны рекомендации по созданию структуры экосистемы, механизмов взаимодействия ее различных элементов, системы управления и координации на основе цифровых технологий создания системы отдельных элементов, формирующих информационно-аналитические центры по различным функциональным направлениям экосистемы. Предлагается модель экосистемы производственного и технологического развития экономики России на основе цифровых технологий. Предлагается совокупность механизмов, способствующих снижению уровня неопределенности, а также описан проектный метод взаимодействия в рамках модели технологической платформы цифрового промышленного предприятия.

В статье сформулированы рекомендации для цифровизации промышленного предприятия в новых технологических условиях развития экономики и общества, в так называемой новой технологической парадигме индустрии 4.0, характерными особенностями которой являются минимальное использование ручного и механизированного труда, а также низкий уровень транзакционных издержек.

Предлагается новый подход, на основе которого будет осуществляться взаимодействие промышленных предприятий с общим доступом к информационным и цифровым ресурсам и способностью объединить в себе разработку инновационных проектов и цепей создания стоимости, необходимых для выпуска конкурентоспособной продукции с целью повышения операционной эффективности предприятий.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, индустрия 4.0, глобальные цепи создания стоимости, региональные цепи создания стоимости, промышленная политика, промышленная революция, уровни цифровизации, умное производство, передовые технологии, ADP, экосистема промышленности.

## Для цитирования:

Богачев Ю.С., Трифонов П.В., Абдикеев Н.М. (2022). Основные направления и механизмы цифровизации промышленности РФ. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 13(2): 151–159. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-2-151-159.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета.

# Problems of digitalization of the Russian industry

Y.S. Bogachev<sup>1</sup>  
P.V. Trifonov<sup>1</sup>  
N.M. Abdikeev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia)

## Abstract

The article is devoted to the substantiation of the model of the formation of an industrial development ecosystem based on modern digital technologies in industry. The article deals with the problems of technological sovereignty of the Russian economy. It is shown that the solution of this problem is possible only on the basis of an industrial development ecosystem – a system of production chains of the most important types of industrial products, a technological development platform, interaction of subjects of industrial production with consumers of its products in the domestic and foreign markets. The necessity of concentration of industrial potential, resources of technological development, qualified personnel potential and direction to create conditions for providing the Russian economy with products corresponding to the world technological level is shown. The article analyzes the main existing and promising models of the functioning of an industrial enterprise. A detailed description of the barriers and difficulties on the way of digitalization of industrial enterprises in the Russian Federation is given.

In order to form the ecosystem of industrial development of the Russian Federation, the directions of identifying and assessing the state of production and technological personnel potential, its compliance with the needs of the domestic market are formulated. Recommendations are given on the creation of an ecosystem

structure, mechanisms for the interaction of its various elements, a management and coordination system based on digital technologies for creating a system of individual elements that form information and analytical centers in various functional areas of the ecosystem.

A model of the ecosystem of industrial and technological development of the Russian economy based on digital technologies is proposed.

A set of mechanisms that contribute to reducing the level of uncertainty is proposed, and a design method of interaction within the framework of the digital industrial enterprise technology platform model is described.

The article formulates recommendations for the digitalization of an industrial enterprise in the new technological conditions of economic and social development, in the so-called new technological paradigm "Industry 4.0", the characteristic features of which are minimal use of manual and mechanized labor, as well as a low level of transaction costs.

A new approach is proposed, on the basis of which industrial enterprises will interact on the basis of shared access to information and digital resources and the ability to combine the development of innovative projects and value chains necessary to create competitive products in order to increase the operational efficiency of enterprises.

**Keywords:** digital technologies, Industry 4.0, global value chains, regional value chains, industrial policy, industrial revolution, digitalization levels, smart manufacturing, advanced technologies, ADP, industry ecosystem.

## For citation:

Bogachev Y.S., Trifonov P.V., Abdikeev N.M. (2022). Problems of digitalization of the Russian industry. *Strategic Decisions and Risk Management*, 13(2): 151-159. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-2-151-159. (In Russ.)

## Acknowledgment

The article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds under the state assignment of the Financial University.

## Введение

Ключевой задачей экономики РФ является обеспечение ее технологической суверенности. Мировая практика свидетельствует, что цифровые технологии (далее – ЦТ) являются эффективным инструментом решения этой задачи, поскольку они широко используются в ведущих странах для реализации промышленной революции 4.0 с переходом на новый технологический уклад. Следует отметить, что более 70 лет ЦТ используются в промышленном производстве. В настоящее время классификация производственных систем по уровню использования цифровых технологий выглядит следующим образом [Delera et al., 2022]:

- 1-й уровень – негибкое производство. Для такого типа производства ЦТ направлены на организацию решения конкретной задачи (производство или разработку);
- 2-й уровень – бережливое производство. Для такого типа производства ЦТ организуют, регулируют и контролируют качество выполнения различных производственных функций (автоматизация производственного процесса, взаимодействие производства и разработки);
- 3-й уровень – интегрированное производство. Для такого типа производства ЦТ содействуют интеграции различных видов деятельности и функций (например, система управления производством);
- 4-й уровень – умное производство. Для такого типа производства ЦТ обеспечивают полностью интегрированный производственный процесс. В этом случае регулируются не только отдельные процессы, но в реальном времени осуществляется обратная связь. Система управления качеством производственных процессов построена на основе применения технологии интернета вещей и искусственного интеллекта [Отчет о промышленном развитии..., 2020].

## 1. Описание методологии исследования

Настоящее исследование опирается на обзор ведущих исследований в области применения цифровых технологий в современной промышленности. Также на основе инструментария исследований United Nation Industrial Development Organization (UNIDO) в области индустриального развития

стран проводится анализ уровня развития цифровых технологий в промышленности РФ по технологическим уровням (от 1-го до 4-го). Результаты этого исследования подготовлены в рамках написания фундаментальной научно-исследовательской работы по теме «Концепция единого цифрового пространства для эффективного функционирования российской промышленности».

В настоящее время во всех странах используются ЦТ различных уровней развития производства – от 1-го до 4-го. В условиях России в производственных процессах широко используются 1-й и 2-й уровни. В редких случаях применяется 3-й уровень (предприятия ВПК). В целом промышленность России характеризуется фрагментарностью производственного процесса выпуска сложной продукции (состоящей из ряда крупных агрегатов). Кроме того, для решения ключевой проблемы технологического суверенитета необходима интеграция научного потенциала РФ. Анализ показывает, что по всем направлениям развития науки и техники в РФ существуют коллективы, работающие на мировом уровне, однако система организации работ отсутствует. Так, например, развитие микроэлектроники осуществляется разрозненно в различных ведомствах. Это снижает эффективность развития и содействует избыточным затратам. Таким образом, решение задачи возможно только на основе интеграции научных, технологических, кадровых, финансовых и иных организационных ресурсов с широким применением ЦТ 3–4-го уровней. Следует отметить, что в мире даже в ведущих странах небольшое количество компаний функционируют в стандарте 4.0. Этому стандарту соответствуют такие технологии, как: электрическая энергия на основе умных электростанций, энергия из возобновляемых источников, программные платформы, промышленный интернет вещей, анализ больших объемов данных, искусственный интеллект, промышленные и коллаборативные роботы, аддитивное производство, умное производство, – применение которых приводит к созданию полностью интегрированного автономного производственного процесса. Фактически многие из этих технологий развивались и возникли на основе тех же инженерных и организационных принципов, которые действовали в ходе предыдущих промышленных революций, что предполагает скорее «эволюционный переход», нежели «революционный прорыв» [Kupfer et al., 2020].

Следует отметить, что, несмотря на широкое внедрение современных технологий в производственный процесс, 70% компаний в мире используют «аналоговое производство», в котором уровень технологий соответствует стандарту 1.0: в большей части производственных процессов используются ручной труд и механические приспособления (механизация). Характерной чертой «аналогового производства» является отсутствие использования цифровых технологий на протяжении всего производственного процесса (например, взаимодействие с поставщиками лично или по телефону, использование оборудования, не основанного на микроэлектронике) [Отчет о промышленном развитии..., 2020].

Не более 15–30% компаний в мире используют последние технологические достижения, которые формируют очередную волну прогресса (индустрия 4.0). Процесс внедрения ЦТ уровня 4.0 в литературе определяют как четвертую промышленную революцию. В ее рамках осуществляется конвергенция новых технологических областей – цифрового производства, нанотехнологий, биотехнологий и разработки новых материалов (NBIC-конвергенция). NBIC-конвергенция обозначает ускорение научно-технического прогресса за счет взаимного влияния друг на друга различных областей науки – нанотехнологий, биотехнологий, информационных и когнитивных технологий [Schummer, 2009].

## 2. Теоретическая и расчетная части

Современное производство требует высокой степени кооперации на основе унифицированных технологий и жесткой системы контроля над производственным процессом. Предприятия, связанные в экосистему через кооперационные связи в рамках системы умной промышленности, получают доступ и применяют эти технологии в производстве и попадают под классификацию передовых производственных предприятий, или предприятий, обладающих передовыми производственными технологиями (далее ADP-технологии) [Отчет о промышленном развитии..., 2020].

Предприятия, на которых используются ADP-технологии, получают статус умных фабрик/заводов благодаря наличию производственных систем промышленности 4.0, или умной промышленности. Основными чертами умного производства являются управление производственным процессом с помощью датчиков и оборудования, подключенных к цифровым сетям, а также использование искусственного интеллекта для поддержки принятия управленческих решений. Еще одна характерная особенность «умного» производства проявляется в применении киберфизических систем (CPS) [Albrieu et al., 2019]. В такой системе датчики, оборудование и информационные системы соединены на протяжении всей цепочки создания стоимости, выходящей за рамки одного предприятия или бизнеса. Эти системы взаимодействуют друг с другом с помощью стандартных интернет-протоколов для прогнозирования, самонастройки и адаптации к изменениям. Киберфизические системы охватывают целые отрасли и страны с разной скоростью и в разных направлениях. Эти умные сетевые системы, оснащенные датчиками, процессорами и исполнительными механизмами, предназначены для распознавания и взаимодействия с физическим миром и поддержки в режиме ре-

ального времени [Отчет о промышленном развитии..., 2018; Readiness for the Future..., 2018].

Отрасли с широкой продуктовой линейкой, такие как автомобильная, пищевая, выигрывают от гибкости киберфизических систем и роста производительности. Отрасли, требующие высокого качества, такие как электроника и фармацевтика, выигрывают от использования больших данных и аналитики, непрерывного улучшения качества и функциональности продукции.

Развитые страны с высокой стоимостью квалифицированного труда могут воспользоваться ростом спроса на квалифицированных сотрудников. Развивающиеся страны с молодежью, имеющей навыки в IT и мехатронике, могут перепрыгнуть несколько технологических этапов и создавать совершенно новые производственные концепции [Вызовы для промышленности..., 2018].

Мехатроника, впервые внедренная в производство на основе технологии электропривода и ставшая ядром в развитии робототехники, определяет уровень автоматизации производства на основе использования трех важных компонентов: оборудования, программного обеспечения и средств связи. Благодаря новым технологиям умного производства существенно изменится индустриальный ландшафт мировой промышленности [Graetz, Michaels, 2018].

Внедрение ЦТ в систему управления производством направлено на решение нескольких основных задач:

1. Разработка, внедрение и управление производственными процессами на основе использования ЦТ в конкретном оборудовании.
2. Обеспечение контроля технико-экономических характеристик, полученных в результате конкретного производственного процесса, требований к характеристикам входа в систему (например, на основе принципа SIPOC) на следующий производственный процесс.
3. Получение обратной связи в виде принятия решения и его реализации на основе производимой продукции на выходе из системы.

Научные исследователи и разработчики ADP-технологий, управляющие современными производственными предприятиями, инвесторы нового индустриального ландшафта прогнозируют получение довольно существенных социально-экономических результатов от внедрения новых технологий [Отчет о промышленном развитии..., 2020] (табл. 1).

Следует отметить, что при реализации передовых технологий основные затраты связаны с использованием оборудования, а не ресурсов, комплектующих и узлов. Поэтому экономическая целесообразность использования технологий возможна только при наличии крупного производства. В этой связи в глобальной экономике сформировались несколько центров производства продукции наноэлектроники – Тайвань, Япония, Южная Корея, Китай [China Manufacturing..., 2017]. На эти страны приходится более 70% промышленного производства сектора мировой электронной промышленности. В настоящее время наблюдается падение производства продукции автомобильной промышленности в мире из-за отсутствия части элементов микроэлектроники. Современное производство в силу своей концентрации чувствительно к различного рода влияниям неэкономического характера: санкциям, протекционистской политике, мерам пандемии и

Таблица 1  
Результаты, получаемые от применения передового цифрового производства (ADP)  
Table 1  
Results obtained from the application of advanced digital manufacturing (ADP)

Направления	Решения	Результаты
Разработка новой конкурентоспособной продукции	Новые решения для населения с низкими доходами	Медицинские приборы по доступным ценам
	Новые, более адаптированные к рынку бизнес-модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>Персонализированные продукты, массовая индивидуализация</li> <li>Новые услуги и услуги, основанные на обработке данных</li> <li>Новые модели ценообразования</li> </ul>
	Выпуск товаров соответствующих экологическим стандартам эксплуатации	<ul style="list-style-type: none"> <li>Товары, произведенные из экологически чистых материалов</li> <li>Повышенная энергоэффективность продукта</li> </ul>
Увеличение эффективности производственных мощностей	Снижение экономических затрат и повышение энергоэффективности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сокращение выбросов и отходов</li> <li>Ускорение перехода к безотходной экономике</li> </ul>
	Минимизация эксплуатационных расходов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Гибкое и децентрализованное производство</li> <li>Связанность элементов цепи снабжения, доставка, эффективность и логистика</li> <li>Гибкая, адаптивная организация</li> </ul>
	Более эффективное использование капитала	<ul style="list-style-type: none"> <li>Диагностическое и автоматическое обслуживание, сокращение времени простоя</li> <li>Снижение нормы запасов, сокращение цикла конверсии наличности</li> </ul>
	Привлечение более квалифицированных кадров с рынка труда и усиление кооперации с сектором услуг	<ul style="list-style-type: none"> <li>Улучшенные условия труда, безопасность</li> <li>Гендерная сбалансированность в структуре персонала на производстве</li> <li>Новые навыки, эффективность выполнения задач</li> </ul>

Источник: составлено авторами на основании данных UNIDO.

всему остальному, что нарушает глобальные цепочки создания стоимости. Поэтому попытки ряда ведущих стран осуществить «решоринг» и создание соответствующего производства сталкиваются с экономическими проблемами, связанными с рентабельностью: спрос на продукцию на национальном уровне не покрывает затраты на производственное оборудование. Возникает проблема по созданию модели промышленного производства, обеспечивающего в этих условиях гармонизацию спроса и предложения. Таким образом, высокотехнологичного развития производственных процессов на базе киберфизических технологий недостаточно – необходим принципиально новый системный подход организации современного производства на основе ЦТ. При разработке такой модели следует учитывать следующее:

1. По статистике UNIDO, доля десяти национальных экономик занимает порядка 90% в сегменте передовых промышленных и новых технологий (ADP) [Kupfer et al., 2019].
2. Высокая степень концентрации используемых технологий в производстве является характерной чертой передового цифрового производства.
3. На долю ведущих стран: США, Японии, Германии, Китая, Тайваня, Франции, Швейцарии, Великобритании, Южной Кореи и Нидерландов – приходится большая часть инновационной активности в области промышленности. Причем даже в указанных странах лишь несколько корпораций имеют полный развернутый цикл применения технологий ADP. В остальных странах не более 5% компаний имеют доступ к технологиям четвертой промышленной революции.

Характерной проблемой вовлечения промышленности развивающихся стран в новую технологическую парадигму является попытка интегрировать технологии предыдущих

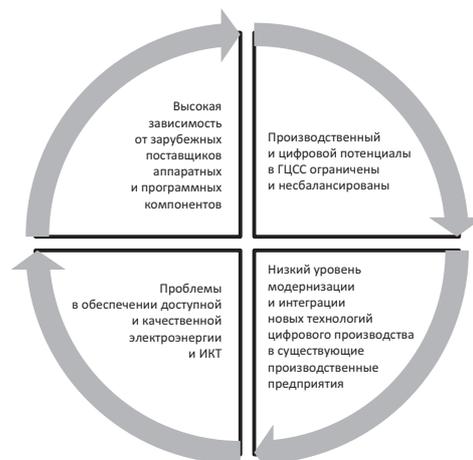
промышленных революций в современные системы управления промышленностью, при этом уровень освоения технологий предыдущего поколения невысокий (низкий уровень автоматизации и ИКТ в промышленности) [Хатауэй и др., 2016] (рис. 1).

Основное направление решения проблем развертывания ADP-технологий в развивающихся странах заключается в постепенной интеграции новых технологий в существующие производственные системы предыдущего поколения, а также в модернизации существующих производственных систем.

Глобальные цепи создания стоимости (далее ГЦСС) концентрируют лучшие компетенции различных видов производственного процесса. В этой связи они являются флагманами технологического развития мировой экономики.

Рис. 1. Основные проблемы развертывания ADP-технологий в развивающихся странах

Fig. 1. The main problems of ADP technology deployment in developing countries



В настоящее время происходит процесс дезинтеграции ГЦСС и их реорганизации на региональном уровне внутри партнерских торговых союзов. Однако необходимо решение ряда экономических и технологических проблем и создания рентабельного производства [Цифровая Россия., 2017].

Вследствие санкционного режима для российской экономики возникает необходимость обеспечить внутренние потребности в производстве промышленной продукции. Потребность возникла не только в получении продукции высокотехнологичного сектора, но и в производстве автомобилей (компоненты, металлургия). Во всех этих видах производства существуют различные виды технологий. В связи с этим для организации системы использования цифровых технологий в российском промышленном производстве необходимо определить их ключевые направления, которые должны обеспечить стратегические потребности экономики РФ. В этой связи необходимо создание экосистемы внедрения цифровых технологий в промышленность. Одним из ее секторов должна быть информационная система, которая может проводить мониторинг структуры внутреннего рынка по видам продукции на основе имеющейся ее классификации. При этом определяется объем продукции, ее экспортно-импортная структура и качественный уровень, а также уровень новизны (не более 3, не более 6 лет).

Как показывает мировой опыт, электроника и машиностроение являются отраслями обрабатывающей промышленности, в наибольшей степени восприимчивыми к переходу к передовым технологиям. Действительно, в этих отраслях уже осуществляется масштабное применение цифровых технологий на основе облачных вычислений и 3D-печати. А в сфере транспортного машиностроения широко осуществляется роботизация производственных мощностей. Таким образом, разнообразие инструментария ЦТ, применяемого в промышленном производстве, обусловлено особенностями производственного процесса. Поэтому в разных странах, имеющих разный производственный профиль, будет использоваться различный инструментарий цифровых технологий. Например, в Японии и Германии, где развита автомобильная промышленность, интенсивно осуществляются процессы роботизации производства.

С помощью имеющегося реестра предприятий Минпромторга РФ определяются предприятия, которые участвуют в производственной цепочке создания данных видов продукции. Далее проводится мониторинг производственного и технологического уровней, а также кадрового потенциала.

Технологический уровень – это уровень новизны используемых технологий (от 3 до 6 лет). В каждом из этих возрастных периодов определяется доля импортной продукции.

В этом случае производственный потенциал будет определяться с использованием следующих показателей:

- доля производственных фондов (промышленного оборудования) до 3, до 6 лет;
- доля импортного и отечественного оборудования;
- средний возраст оборудования;
- доля экспортного потенциала;
- производительность труда (ВДС / численность работников);
- рентабельность производства;
- рентабельность экспортной продукции на внутреннюю рентабельность;

- кадровый потенциал;
- доля специалистов, имеющих высшее техническое образование (в целом и до 50 лет);
- средний возраст специалистов, имеющих высшее техническое образование;
- доля рабочих, имеющих среднетехническое образование (в целом и до 50 лет);
- средний возраст специалистов, имеющих среднетехническое образование;
- доля квалифицированных специалистов, имеющих рабочую специальность;
- доля специалистов, имеющих навыки использования цифровых технологий;
- доля технологий, в которых используются цифровые технологии и по видам уровней;
- финансовая эффективность производства;
- финансовый эффект производственных мощностей.

По результатам мониторинга формируется совокупность промышленных предприятий – участников технологической цепочки, производящей определенный вид конечной продукции.

На основании технологического производственного потенциала проводится инжиниринг технологической цепочки. По результатам инжиниринга выявляются узкие места, требующие приобретения определенного вида оборудования и технологий.

Далее разрабатывается программа реализации задач, которая предусматривает внедрение ЦТ различных уровней.

Кадровый потенциал для такой системы будет определяться следующим образом: формирование реестра рабочих мест технологической цепочки, где указывается необходимая компетенция и уровень образования и прописываются уровень компетенции и его актуальность, условия труда и уровень заработной платы. На основе этого создается реестр всех технологических цепочек и рабочих мест, требования по компетенции рабочих мест специалистов, выпускаемых высшей школой и заведениями среднетехнического образования. В наличии у организатора должен быть реестр компетенций. Наиболее важным требованием в системе управления персоналом станет умение практического использования этих компетенций и решение нестандартных задач.

Вторым сектором новой экосистемы станет сектор, формирующий производственную площадку для производственной линейки. Образуется консорциум предприятий, входящих в определенную производственно-технологическую цепочку.

Этапы работ для построения этого сектора:

1. Формирование производственного процесса – подготовка производственной площадки и размещение производственного оборудования, организации системы производственных процессов в рамках.
2. Создание системы подбора и развития квалификации кадров, обладающих необходимыми компетенциями для работы с ЦТ.
3. Налаживание работы производственно-технологических цепочек управления продуктом.

Производственно-технологическая цепочка предполагает контроль за техническими характеристиками продукции, произведенной на предыдущем этапе,

контроль за производством на данном этапе, контроль за результатом. Такая цепочка представляет собой совокупность производственных участков. В настоящее время практика внедрения ЦТ показала, что наиболее эффективной формой организации промышленности является организация системы технологических цепочек на основе предприятий, выполняющих только производственные функции.

4. Внедрение системы управления качеством на всех этапах жизненного цикла: от проектного управления до сервисного обслуживания.

Хорошим примером такой работы является организация системы управления качеством в системе предприятий ведущей корпорации в мировой нанотехнологии *TSCMS* (Тайвань). Необходимость внедрения такого подхода в тайваньской компании возникла благодаря случаю с получением большого брака на производстве (100 000 микросхем), которая привела к экономическим потерям и претензиям со стороны клиентов [China Manufacturing..., 2017].

Следует отметить, что развитие технологического уровня производства требует определенных затрат. В этом случае стоимость оборудования и рабочего места превышает стоимость материальных ресурсов. Поэтому требуются крупные заказы и, как следствие, такие предприятия работают круглогодично (в несколько смен).

Например, у большинства промышленных компаний возникает потребность в пересмотре стандартов конкурентоспособности и децентрализации поставщиков. Компания *Intel* для получения своих микропластин для электроники пыталась расширить число поставщиков, но столкнулась с проблемой низкого качества продукции. В итоге *Intel* была вынуждена вернуться к схеме единого монопоставщика (из Тайваня).

### 3. Результаты и их обсуждение

Действительно, в мировой экономике производство высокотехнологичной продукции присутствует в ограниченном количестве стран – на Тайване, в Японии, Южной Корее, Китае.

Поскольку стоимость создания умного производства высокая, то предполагается концентрация компетенций производственного процесса определенных видов продукции. В этой связи необходимо формирование федеральной программы развития технологического уровня и структуры промышленного производства РФ.

Эта программа позволит дифференцировать направления производства технологических цепочек с учетом потребности развития экономики государства. Такой подход позволит сконцентрировать усилия приоритетов развития государства. Например, Правительство РФ определило, что приоритетными направлениями развития являются фармацевтика и электроника. Главным недостатком ведущих российских программ развития промышленности является неэффективная методика их реализации. Предполагалась поддержка отдельных предприятий, имеющих экспортный потенциал (металлургия, производство полуфабрикатов и удобрений, продовольствие).

Как следствие – низкий технологический уровень и производительность труда, отличающаяся в разы от аналогичного показателя в передовых странах; зависимость внутренне-

го рынка от зарубежных поставок в широком ассортименте промышленной продукции, особенно в ее высокотехнологичном секторе. Нами предлагается концепция программы по организации технологической цепочки, в рамках которой производится конечный продукт, позволяющий обеспечить технологическое развитие отраслей обрабатывающей промышленности (средства производства, включая оборудование для цифровизации систем управления). При этом программа нацелена на формирование устойчивых межотраслевых связей и ядра промышленного развития на основе опережающего экономического роста высокотехнологичных отраслей, которые создают комплексы современного оборудования для различных отраслей экономики.

В связи с тем что технологический уровень в РФ недостаточен, необходима организация устойчивых связей с дружественными странами, которые способны дополнить необходимые компетенции отечественных технологических цепочек.

В РФ есть примеры эффективного использования научного потенциала по широкому кругу научных проблем развития производства. Например, развитие атомной отрасли, решение задач авиационной промышленности оборонного назначения, создание высокотехнологичного оборонно-промышленного комплекса и т.д. В этих отраслях создана система технологических цепочек производства широкой номенклатуры изделий. Атомная отрасль РФ единственная в мире производит весь спектр изделий с использованием атомных технологий.

Необходимо создание сектора высоких технологий в экономике РФ, внутри которого на основе существующего технологического потенциала разрабатываются программы модернизации и прорывного развития производственного потенциала. Для этого проводится мониторинг разработок ученых за последние 5–10 лет с их сопоставлением и соответствием требованиям мировой науки и НТП. По его результатам:

- определяются научные коллективы, научный потенциал которых соответствует мировому уровню;
- формируется реестр, в котором научные коллективы распределены по государственным приоритетам;
- коллективы в рамках каждого направления формируют программы разработок с техническими заданиями по технико-экономическим характеристикам продукции.

Для организации управления решением задач по технологической суверенности экономики РФ формируется центр управления и координации, который состоит из отделов по каждому приоритетному направлению. В каждом отделе определяется система задач научного и технологического развития. Для координации их решения формируется ядро [Цифровая Россия..., 2017]. Каждое ядро имеет следующую структуру:

- комитет управления, во главе которого стоят вице-премьер Правительства РФ, курирующий соответствующее направление технологического развития экономики РФ, и руководители предприятий, определяющих технологическую цепочку и агрегативные планы разработки продукции;
- совещательный орган при комитете, состоящий из ведущих специалистов, разработчиков и технологов, разрабатывающих программы производственного и техно-

логического развития по приоритетным направлениям;

- группа экономистов, определяющих механизм и объемы финансовой поддержки развития каждого приоритетного направления. Также эта группа занимается разработкой систем показателей, характеризующих эффективность ее реализации.

Комитет разрабатывает программу развития на основе согласованных предложений совещательного органа и группы экономистов и далее направляет программу на утверждение в Совет Федерации и Государственную Думу.

Таким образом, внедрение ЦТ является инструментом решения задач технологической суверенности экономики РФ. Для комплексного системного внедрения ЦТ в промышленность РФ необходимо создать институт цифровых технологий в промышленности, в рамках которого сформировать целевой методический центр по каждому уровню ЦТ. Функции методического центра – разработка программного обеспечения, методики организации использования и подготовки персонала, система контроля эффективности использования ЦТ соответствующего уровня.

Основными направлениями института развития являются:

- разработка программно-целевого комплекса направлений развития отечественной промышленности;
- формирование производственного процесса на основе современных цифровых технологий;
- подбор и повышение квалификации кадрового состава, обладающего компетенциями цифровой трансформации.

## Литература

*Вызовы для промышленности и экономическая политика Правительства РФ* (2018). ИКСИ. 22 марта. <https://icss.ru/ekonomicheskaya-politika/denezhno-kreditnaya-politika/vyzovy-dlyapromyishlennosti-i-ekonomicheskayapolitika-pravitelstva-rf>.

*Отчет о промышленном развитии-2018. Спрос на продукцию обрабатывающей промышленности: фактор всеохватывающего и устойчивого промышленного развития* (2018). Вена: UNIDO. [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/IDR2018\\_OVERVIEW\\_RUSSIAN.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/IDR2018_OVERVIEW_RUSSIAN.pdf).

*Отчет о промышленном развитии-2020. Индустриализация в цифровую эпоху* (2020). Вена: UNIDO, 286. [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO\\_IDR2020-Russian\\_overview.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO_IDR2020-Russian_overview.pdf).

Хатауэй М., Демчак К., Кербен Д., МакАрл Д., Спидальери Ф. (2016). *Киберготовность Франции*. <https://analytica.digital.report/wp-content/uploads/2017/05/CRI-France-RU.pdf>.

*Цифровая Россия: новая реальность* (2017). Отчет Digital McKinsey. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/russia/our%20insights/digital%20russia/digital-russia-report.ashx>.

Albrieu R., Brest Lopez C., Rapetti M., Ferraz J.C., Nogueira J., Britto P., Kupfer D., Torracca J. (2019). *The adoption of digital technologies in developing countries: Insights from firm level surveys in Argentina and Brazil*. Vienna: UNIDO.

Delera M., Pietrobelli C., Calza E., Lavopa A. (2022). Does value chain participation facilitate the adoption of Industry 4.0 technologies in developing countries? *World Development*, 152: 105–108.

*China manufacturing 2025: Putting industrial policy ahead of market forces. European Union Chamber of Commerce in China* (2017). [http://www.escsc.it/upload/doc/china\\_manufacturing\\_2025\\_putting\\_industrial\\_policy\\_ahead\\_of\\_market\\_force%5Benglish-version%5D.pdf](http://www.escsc.it/upload/doc/china_manufacturing_2025_putting_industrial_policy_ahead_of_market_force%5Benglish-version%5D.pdf).

*Global asset management 2016. Doubling down on data* (2016). Boston Consulting Group. [https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online\\_tcm27-152058.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf).

Graetz G., Michaels G. (2018). Robots at work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5): 753–768.

Kupfer D., Ferraz J.C., Torracca J. (2019). A comparative analysis on digitalization in industry in selected developing countries: Firm level data on Industry 4.0. *Background Paper for the IDR 2020, UNIDO*.

## Заключение

Следует отметить, что текущая промышленная революция является последним элементом в эволюционно-технологическом развитии мирового общества, целью которого, по мнению ряда экспертов, является всеохватывающее устойчивое промышленное развитие. Развитие возможно при условии применения двух групп новых технологий, основанных на:

- выведении новых товаров на рынок (товары, соответствующие стандартам современной экологической повестки, продукция новых отраслей промышленности, новые рабочие места и возможности получения дохода);
- росте эффективности производства за счет потребления энергии из возобновляемых источников и сырья из новейших материалов, развития промышленной конкурентоспособности, плотных связей с сопутствующей деятельностью (комплементарный подход).

Для эффективного функционирования экосистемы технологического развития промышленности РФ необходимо формирование принципиально новых компетенций. Эти компетенции можно распределить по трем группам:

- умение анализировать данные и информацию в системе производственных процессов;
- профессиональные навыки по использованию определенного вида технологий;
- инженерно-математические навыки по использованию соответствующих знаний для решения нестандартных задач практической деятельности.

*Readiness for the future of production report* (2018). World Economic Forum. URL: [https://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](https://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf).

Schummer J. (2009). From nano-convergence to NBIC-convergence: The best way to predict the future is to create it. In: *Governing future technologies*. Netherlands: Springer: 57–71.

## References

*Challenges for industry and economic policy of the Government of the Russian Federation* (2018). ICSI. 22 March. <https://icss.ru/ekonomicheskaya-politika/denezhno-kreditnaya-politika/vyizovyi-dlyapromyishlennosti-i-ekonomicheskayapolitika-pravitelstva-rf>. (In Russ.)

*Industrial development report-2018. Demand for manufacturing products: a factor of inclusive and sustainable industrial development* (2018). Vienna, UNIDO. [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/IDR2018\\_OVERVIEW\\_RUSSIAN.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/IDR2018_OVERVIEW_RUSSIAN.pdf). (In Russ.)

*Industrial development report 2020. Industrialization in the digital age* (2020). Vienna, UNIDO, 286. [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO\\_IDR2020-Russian\\_overview.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO_IDR2020-Russian_overview.pdf). (In Russ.)

Hathaway M., Demchak K., Kerben D., McArdle D., Spedalieri F. *Cyber readiness of France* (2016). <https://analytica.digital.report/wp-content/uploads/2017/05/CRI-France-RU.pdf>. (In Russ.)

*Digital Russia: A new reality* (2017). Digital McKinsey. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/russia/our%20insights/digital%20russia/digital-russia-report.ashx>. (In Russ.)

Albrieu R., Brest Lopez C., Rapetti M., Ferraz J.C., Nogueira J., Britto P., Kupfer D., Torracca J. (2019). *The adoption of digital technologies in developing countries: Insights from firmlevel surveys in Argentina and Brazil*. Vienna, UNIDO.

Delera M., Pietrobelli C., Calza E., Lavopa A. (2022). Does value chain participation facilitate the adoption of Industry 4.0 technologies in developing countries? *World Development*, 152: 105-108.

*China manufacturing 2025: Putting industrial policy ahead of market forces. European Union Chamber of Commerce in China* (2017). [http://www.cscoc.it/upload/doc/china\\_manufacturing\\_2025\\_putting\\_industrial\\_policy\\_ahead\\_of\\_market\\_force%5Benglish-version%5D.pdf](http://www.cscoc.it/upload/doc/china_manufacturing_2025_putting_industrial_policy_ahead_of_market_force%5Benglish-version%5D.pdf).

*Global asset management 2016. Doubling down on data* (2016). Boston Consulting Group. [https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online\\_tcm27-152058.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf).

Graetz G., Michaels G. (2018). Robots at work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5): 753-768.

Kupfer D., Ferraz J.C., Torracca J. (2019). A comparative analysis on digitalization in industry in selected developing countries: Firm level data on Industry 4.0. *Background Paper for the IDR 2020, UNIDO*.

*Readiness for the future of production report* (2018). World Economic Forum. URL: [https://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](https://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf).

Schummer J. (2009). From nano-convergence to NBIC-convergence: The best way to predict the future is to create it. In: *Governing future technologies*. Netherlands, Springer: 57-71.

## Информация об авторах

### Юрий Сергеевич Богачев

Доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института финансово-промышленной политики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-8595-7674>; SPIN-код: 4904-1754; Author ID: 134869.

Область научных интересов: промышленная политика, институты развития промышленности, инновации высокотехнологичных секторов промышленности.

[bogachev43@mail.ru](mailto:bogachev43@mail.ru)

### Павел Владимирович Трифонов

Кандидат экономических наук, доцент департамента менеджмента и инноваций факультета «Высшая школа управления», ведущий научный сотрудник Института финансово-промышленной политики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Москва, Россия). РИНЦ: 8842-5179; <https://orcid.org/0000-0003-2228-5441>; Scopus ID: 1540947; Researcher ID: E-2266-2019.

Область научных интересов: развитие промышленных предприятий, производственный потенциал предприятий, управление бизнес-процессами.

[PVTrifonov@fa.ru](mailto:PVTrifonov@fa.ru)

**Нияз Мустякимович Абдикеев**

Доктор технических наук, профессор, директор Института финансово-промышленной политики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Москва, Россия). РИНЦ: 611297; <https://orcid.org/0000-0002-5999-0542>; Scopus ID: 57200268896.

Область научных интересов: промышленная политика, неоиндустриализация и инновационные технологии, прикладной макроэкономический анализ и прогнозирование, системы поддержки принятия экономических решений, когнитивные технологии в экономике и менеджменте.

[nabdikeev@fa.ru](mailto:nabdikeev@fa.ru)

**About the authors****Yurii S. Bogachev**

Doctor of physico-mathematical sciences, professor, chief researcher of the Institute of Financial-Industrial Policy, Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia). <https://orcid.org/0000-0002-8595-7674>; SPIN-code: 4904-1754; Author ID: 134869.

Research interests: industrial policy, industrial development institutions, innovations of high-tech industrial sectors.

[bogachev43@mail.ru](mailto:bogachev43@mail.ru)

**Pavel V. Trifonov**

Candidate of economic sciences, associate professor, Department of Management and Innovation, leading researcher at the Institute of Financial and Industrial Policy, Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia). RSCI: 8842-5179; <https://orcid.org/0000-0003-2228-5441>; Scopus ID: 1540947; Researcher ID: E-2266-2019.

Research interests: development of industrial enterprises, production potential of enterprises, business process management.

[PVTrifonov@fa.ru](mailto:PVTrifonov@fa.ru)

**Niyaz M. Abdikeev**

Doctor of technical sciences, professor, director of the Institute of Financial and Industrial Policy, Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia). RSCI: 611297; <https://orcid.org/0000-0002-5999-0542>; Scopus ID: 57200268896.

Research interests: industrial policy, neo-industrialization and innovative technologies, applied macroeconomic analysis and forecasting, systems for supporting economic decision-making, cognitive technologies in economics and management.

[nabdikeev@fa.ru](mailto:nabdikeev@fa.ru)

Статья поступила в редакцию 7.06.2022; после рецензирования 24.06.2022 принята к публикации 30.06.2022. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 7.06.2022; revised on 24.06.2022 and accepted for publication on 30.06.2022. The authors read and approved the final version of the manuscript.