



Единое цифровое пространство для эффективного функционирования промышленности

Ю.С. Богачев¹
П.В. Трифонов¹

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Москва, Россия)

Аннотация

Статья посвящена разработке концепции единого цифрового пространства для эффективного функционирования промышленности. Анализируется новая модель организации промышленного производства – платформенная экосистема. Дан анализ теоретическим представлениям мировой экономики по ее структуре, системе организации взаимодействия между участниками экосистемы, факторам, влияющим на ее динамическое развитие. Показано, что существенную роль в организации экосистемы играют цифровые технологии. При этом цифровизация идет по двум направлениям: создание цифрового пространства предприятия участника экосистемы и создание цифрового пространства экосистемы промышленного производства.

Дается анализ по использованию цифровых технологий в различных отраслях промышленности. Обсуждается рейтинг применения цифровых технологий в промышленности. Дается анализ факторов, сдерживающих процесс цифровизации промышленности РФ. Анализируются представленные в мировой литературе понятие экосистемы и ее функциональные и организационные особенности.

Обсуждается влияние институциональных условий на функциональные характеристики экосистемы. Показано, что система управления экосистем воздействует на экономическую, технологическую эффективность каждого участника экосистемы. Отмечена перспективность развития экосистем на основе платформ. Проанализирована способность обрабатывающей промышленности России к адаптации цифровых технологий и организация на их основе современных форм производства. Продемонстрировано, что потенциал современного производства сложной многокомпонентной продукции определяется способностью к масштабированию на основе технологий индустрии 4.0. Показано, что большая часть предприятий машиностроения в силу своей функциональной специфики не способна к масштабированию производства.

Сформулированы задачи, необходимые для организации прорывного развития предприятий обрабатывающей промышленности России. Для обрабатывающей промышленности предлагается вневедомственный орган управления; обсуждается его структура и функции.

Ключевые слова: цифровые технологии, индустрия 4.0, цифровые платформы, цифровое пространство, промышленная политика, промышленная революция, уровни цифровизации, цепочки добавленной стоимости, передовые технологии, экосистема промышленности.

Для цитирования:

Богачев Ю.С., Трифонов П.В. (2022). Единое цифровое пространство для эффективного функционирования промышленности. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 13(4): 376–383. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-4-376-383.

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

A single digital space for the efficient functioning of industry

Yu.S. Bogachev¹
P.V. Trifonov¹

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Abstract

The article is devoted to the development of the concept of a single digital space for the effective functioning of the industry. A new model of industrial production organisation, the platform ecosystem are analysed. The analysis of the theoretical concepts of the world economy on its structure, the system of organisation of interaction between ecosystem participants, factors affecting its dynamic development is given. It is shown that digital technologies play an essential role in the organisation of the ecosystem. At the same time, digitalisation occurs in two directions: the creation of the digital space of the enterprise participating in the ecosystem and the creation of the digital space of the ecosystem of industrial production.

The analysis of the use of digital technologies in various industries is given. The rating of the use of digital technologies in industry is discussed. The analysis of the factors constraining the process of digitalisation of the industry of the Russian Federation is given. The concept of ecosystem, presented in the world literature, and its functional and organisational features are analysed.

The influence of institutional conditions on the functional characteristics of the ecosystem is discussed. The ecosystem management system affects the economic and technological efficiency of each ecosystem participant. The prospects for the development of ecosystems based on platforms are shown.

The ability of the Russian manufacturing industry to adapt digital technologies and the organisation of modern forms of production on their basis are analysed. It is demonstrated that the potential of modern production of complex multicomponent products is determined by the ability to scale based on industry 4.0 technologies. At the same time, most of the enterprises fulfill individual orders of consumers and do not participate in the production chains of such products. The tasks necessary for the organisation of breakthrough development of manufacturing enterprises in Russia are formulated. For modern organisational forms of the manufacturing industry a non-departmental management body is proposed. Its structure and functions are discussed.

Keywords: digital technologies, Industry 4.0, digital platforms, digital space, industrial policy, industrial revolution, digitalisation levels, value chains, advanced technologies, industrial ecosystem.

For citation:

Bogachev Yu.S., Trifonov P.V. (2022). A single digital space for the efficient functioning of the industry. *Strategic Decisions and Risk Management*, 13(4): 376-383. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-4-376-383. (In Russ.)

Acknowledgements

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.

用于工业高效运作的的单一数字空间

Yu.S. Bogachev¹
P.V. Trifonov¹

¹ 俄罗斯联邦政府金融大学 (俄罗斯莫斯科)

摘要

文章论述了为工业的有效运作发展单一数字空间的概念。分析了工业生产组织的新模式——平台生态系统。作者分析了世界经济结构的理论洞察力，而且描述了组织生态系统参与者之间互动的系统以及影响其动态发展的因素。数字技术已被证明在生态系统的组织中发挥了重要作用。而数字化是在两个方面进行的：为参与生态系统的企业创建一个数字空间，以及为工业生产生态系统创建一个数字空间。

对数字技术在不同工业部门的应用进行了分析。讨论了数字技术在工业中的应用水平。对俄罗斯工业数字化的制约因素进行了分析。对世界文献中提出的生态系统的概念及其功能和组织特征进行了分析。

讨论了制度条件对生态系统的功能特征的影响。生态系统管理体制影响到其中每个参与者的经济、技术效率。

基于平台的生态系统的前景显示。作者分析了俄罗斯加工工业采用数字技术和在其基础上组织现代生产形式的潜力。证明了，当今复杂的多部件生产的潜力是由基于工业4.0技术的扩展能力决定的，同时企业主体部分完成客户的个别订单，不参与此类产品的生产链。

制定了俄罗斯加工工业突破性发展的挑战。作者建议为加工工业建立一个非部门管理机构，并讨论其结构和功能。

关键词： 数字技术、工业4.0、数字平台、数字空间、工业政策、工业革命、数字化水平、价值链、尖端技术、工业生态系统。

供引用:

Bogachev Yu.S., Trifonov P.V. (2022). 用于工业高效运作的的单一数字空间. *战略决策和风险管理*. 13(4): 376-383. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-4-376-383. (俄文)。

本文是根据金融大学国家任务下以预算经费为代价进行的研究成果编写的。

Введение

В странах – цифровых лидерах идет интенсивный процесс цифровизации экономики, в том числе промышленности. Процессы цифровизации в них обусловлены в том числе реакцией на кризисные процессы в социально-экономическом пространстве.

Более 20 лет тому назад с целью оптимизации затрат развитые страны начали переводить предприятия обрабатывающей промышленности в развивающиеся страны, в которых уровень заработной платы и затраты на организацию производства были на довольно низком уровне (относительно собственных показателей). В настоящее время геополитическая напряженность способствовала генерации санкционного режима во внешнеэкономической деятельности. Это привело к разрыву логистических

цепочек и способствовало возникновению структурных проблем национальной экономики развитых стран. Существенный прогресс в технологиях производства, средств коммуникаций и обработки данных создал условия для рещоринга обрабатывающей промышленности этих стран, поэтому проблема цифровизации промышленности актуальна.

Технологический уровень определяет потенциал развития цифрового пространства на предприятиях, на которых существенно меняются производственные процессы, бизнес-процессы в системе управления предприятия, логистика, рабочие места, их организация и распределение, взаимодействие с финансовыми институтами и т.д.¹

Теория цифрового пространства позволяет оптимизировать издержки обычной производительности труда, эффек-

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632 Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.

тивности использования финансовых и кадровых ресурсов, оперативно реагировать на внешние воздействия, расширять клиентуру сбыта продукции.

Этому способствует внедрение интеллектуальных комплексов контроля измерительных приборов на различных операционных участках производственной линии, киберфизических систем, компьютеризация рабочих мест, создание единой системы парка оборудования и рабочих мест и развитие информационно-аналитических систем обработки данных.

1. Теоретический обзор

Цифровые технологии в современных условиях являются основным инструментом, определяющим функционирование цепочки добавленной стоимости. В настоящее время сети производства объединяют независимые экономические субъекты рынка с учетом высокого уровня согласованности интересов и взаимозависимости участников исходя из общей цели производства [Цифровая трансформация в России, 2020]. В рамках сети создается децентрализованная модель производства, включающая системы управления независимых компаний.

По мнению К. Шваба, президента Всемирного экономического форума, промышленные предприятия, вовлеченные в цифровизацию, находятся на пороге масштабных изменений, в которых модели производственных и бизнес-процессов представляют собой систему взаимодействия с бизнес-партнерами и клиентами и в целом с окружающей средой [Schwab, 2017]. В мировой литературе активно проводятся исследования по характеру организации этой системы.

Следует отметить, что при формировании концепции экосистем учитывались следующие разделы экономической теории: организационная экология, неинституциональная теория и теория динамических способностей экосистем [Moore, 1993].

На начальном этапе концепция экосистем использовала положения теории организационной экологии. Однако впоследствии на основании этих положений был развит самостоятельный раздел концепции экосистемы. Существенное влияние на развитие теории экосистем оказала новая институциональная экономическая теория. Действительно, в различных исследованиях модели организации взаимодействия участников экосистем используются модели контрактации, применяемые в бизнесе, модели транзакционных издержек. Теория динамических способностей стимулировала исследователей к обоснованию понятия экосистем на основе платформ. С точки зрения этой теории организационное развитие экосистемы рассматривается через динамику развития совокупности организаций экосистемы. Эта совокупность организаций, объединяющая свои компетенции в производственном процессе, имеет цель создания многокомпонентного продукта. Резюмируя результаты этих исследований, можно отметить, что эта система основана на модульной организации использования ресурсов и компетенций [Baldwin, 2008].

Современное промышленное производство представляет собой экосистему, в рамках которой автономные организации взаимодополняют компетенции, необходимые

для производства сложной многокомпонентной продукции [Seiger et al., 2014]. По этой причине архитектура экосистемы имеет модульный характер, в рамках каждого модуля осуществляется определенного типа координация [Roundy et al., 2018]:

- инженерная, формирующая единую модель производства продукции на всех ее стадиях;
- информационная, в рамках которой осуществляется сопряжение различных элементов реализации технологии;
- ресурсная, осуществляющая обмен ресурсами между участниками производственной цепочки.

Для контроля технологического взаимодействия лидеры экосистемы задают структуру, основные параметры, правила и способы взаимодействия различных модулей. В каждом модуле с учетом его функциональных особенностей формируются механизмы взаимодействия с партнерами.

Характерной чертой экосистемы является то обстоятельство, что формирование конечного продукта осуществляется на основе технологического согласования промежуточных продуктов (компонентов) сложного изделия (многокомпонентного).

Важным обстоятельством являются институциональные условия, определяющие эффективность экосистемы [Чепуренко и др., 2019]. С этой точки зрения следует отметить, что в теории динамических способностей конкурентоспособность предприятия обеспечивается его способностью адаптировать свои компетенции к изменениям внешней среды [Winter, 2003]. В теории экосистем она представляет собой среду, на изменения в которой должны реагировать ее участники. С этой точки зрения теория динамических способностей вводит понятие «экосистемы на основе платформ» [Teese, 2017]. В ее рамках осуществляется формирование архитектуры многокомпонентного продукта на основе технологических компетенций. В процессе формирования выделяются возможности участников процесса к интеграции компетенций. Это создает импульс для саморазвития.

Ряд исследований посвящен моделированию процесса поглощения корпорациями малых инновационных предприятий при формировании экосистемы. Однако возможны условия (регулирование конкуренции, режим налогообложения, дотации), при которых происходит экспоненциальный рост обеих типов организаций (малых и корпораций).

Рабочей гипотезой исследования является возможность организации платформы промышленного производства в России на основе единого цифрового пространства с учетом особенностей технологического, производственного, экономического, финансового потенциалов предприятия.

2. Методология и результаты исследования

В настоящей работе для обоснования направления развития потенциала цифровизации промышленных производств в РФ используются следующие методы исследования:

- 1) метод сравнения для получения информации о направлениях и способах цифровизации промышленности в разных странах;

Таблица 1
Сведения об использовании цифровых технологий и связанных с ними товаров и услуг в производстве
(% от количества опрошенных респондентов)

Table 1
Information about the use of digital technologies and related goods and services in production
(% of the number of respondents surveyed)

Отрасль	Цифровые платформы	Большие данные	Технологии ИИ	Облачные сервисы	Интернет вещей	Цифровой двойник	Промышленные роботы/автоматизированные линии	Аддитивные технологии
Добыча полезных ископаемых	13,2	21,8	2,5	19,0	14,6	2,1	4,2	1,5
Обрабатывающие производства	16,0	26,5	3,6	27,1	15,8	3,3	17,2	5,2
Обеспечение энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха	16,6	23,7	3,3	19,4	15,9	1,2	2,0	1,1
Собирательная классификационная группировка видов экономической деятельности «Промышленность» (на основе ОКВЭД2)	15,4	24,8	3,3	23,9	15,3	2,5	11,3	3,6

Примечание. Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг единицы измерения приводятся в процентах от количества опрошенных респондентов (представителей промышленных предприятий).

Источник: Российский статистический ежегодник (2021): стат. сб. М.: Росстат.

- функциональный метод для определения задач цифровизации с учетом функционального профиля деятельности объекта;
- методы анализа и синтеза для определения способов взаимодействия на основе цифровых методов различных функциональных систем предприятия;
- методы моделирования для разработки концепции единого цифрового пространства промышленного предприятия или групп предприятий;
- статистические методы, позволяющие получить объективное описание состояния цифровизации промышленности в мире и России.

Статистические данные показывают распределение используемых цифровых технологий по отраслям промышленности (табл. 1).

- Таким образом, цифровизация идет по двум направлениям:
- создание цифрового пространства предприятия;
 - создание экосистемы промышленного производства.

В России ведущими компаниями по цифровизации промышленности являются ПАО «КАМАЗ», ПАО «Калашников», ОАО «РусАл», АО «Петрозаводскмаш». В КАМАЗе центром цифровой трансформации созданы: системы планирования логистики, система мониторинга и оперативного управления производством (MRP-2), система облачных платформ, система взаимодействия с клиентами, роботизация. В настоящее время число систем составляет 900. В результате цифровой трансформации объем продаж предприятия вырос на 21% [Цифровые технологии в логистике..., 2020].

Активно идет процесс цифровизации в высокотехнологичных компаниях ПАО «Вертолеты России» и АО «ОАК».

Внедрение цифровых технологий позволяет эффективно решить проблему промышленной безопасности на основе превентивных технологий (табл. 2).

Таблица 2
Рейтинг цифровых технологий в промышленности в 2020 году
Table 2
Rating of digital technologies in the industry in 2020

№	Технология	Индекс значимости
1	Промышленные роботы	1
2	Искусственный интеллект	0,86
3	Машинное обучение	0,68
4	Цифровое прототипирование	0,56
5	Сенсорика	0,42
6	Беспроводная связь	0,30
7	Блокчейн	0,21
8	Большие данные	0,20
9	Виртуальная и дополненная реальность	0,12
10	Товар как услуга	0,09
11	Компьютерное зрение	0,03
12	Смарт-контракты	0,03
13	Промышленный интернет вещей	0,03
14	Цифровой двойник (BIM)	0,02
15	Умные фабрики	0,01

Источник: Цифровизация: история, перспективы, цифровые экономики России и мира. Управление производством. <https://up-pro.ru/library/strategi/tendencii/cyfvovizaciya-trend/>.

Цифровые технологии позволяют, в частности, отслеживать весь производственный процесс и своевременно регистрировать нарушения правил безопасности.

Следует отметить факторы, сдерживающие развитие цифровизации промышленности России:

- 1) низкотехнологичный уровень производственного процесса;
- 2) отсутствие автоматического управления;
- 3) низкий уровень производства, необходимого для цифровизации оборудования (процессоров, датчиков, маршрутизаторов и т.д.);
- 4) низкий уровень стандартизации производства;
- 5) многие процессы на государственном уровне не структурированы;
- 6) отсутствие квалифицированных специалистов по использованию ИТ-технологий;
- 7) недостаточный уровень подготовки ИТ-специалистов в России;
- 8) специфическая ментальность предпринимателей – многие стремятся к быстрому доходу (в то время как в развитых странах значительная доля бизнесменов занимается проектами со сроком окупаемости в 30 лет).

Сейчас в соответствии с данными [Коровин, 2019] в западных странах доля цифровой экономики в структуре ВВП составляет 16–35%, тогда как в России – 5%, и то в сфере услуг.

Компанией PwC был проведен опрос 1155 руководителей производственных предприятий различных отраслей в 26 странах². Были определены четыре категории компаний: цифровые новички, цифровые последователи, цифровые новаторы и цифровые чемпионы. Только 10% промышленных компаний являются цифровыми чемпионами, при этом из них 2/3 находятся на начальном этапе. Цифровыми чемпионами считаются компании, в которых реализованы четыре экосистемы: операционная, технологическая, кадровая и клиентская. В целом по всем отраслям промышленности ведущими компаниями являются азиатские (19% опрошенных компаний достигли зрелости цифрового чемпиона), при этом в автомобильной и электронной промышленности такого уровня зрелости достигли 20% опрошенных. От этих компаний существенно отстают предприятия из сферы производства потребительских и промышленных товаров, а также перерабатывающая промышленность. В США наименее оцифрованными являются традиционные отрасли – нефтяная, горнодобывающая, химическая, фармацевтическая.

В России по итогам анализа больших данных в 100 крупнейших компаниях, представляющих металлургическую, нефтегазовую, банковские отрасли, а также финансовый сектор, оказалось, что 68% компаний приступили к формированию инструментария цифровой экономики. Основным направлением является роботизация бизнес-процессов (Robotic process automation, RPA) и предиктивная аналитика.

К сожалению, отечественные компании, приступившие к цифровизации своей деятельности, осуществляют ее спонтанно, не имея интегрированного плана. Только 35% рос-

сийских компаний имеют готовую стратегию цифровизации, а остальные только собираются ее разрабатывать [Гудкова, 2021].

Цифровизация означает переход на принципиально новый технологический уровень – не только замену морально и физически устаревшего оборудования на новейшее, но и цифровизацию этого оборудования.

Российские компании при поддержке ведущих зарубежных компаний начали обучение своих сотрудников цифровым навыкам. Однако в настоящее время в сложившихся условиях необходима мобилизация усилий в ведущих вузах, готовящих специалистов по информационным технологиям и программированию, с разработкой комплекса учебных программ для отечественных ИТ-компаний. Низкому уровню цифровизации способствует также слабое развитие высокотехнологичных отраслей.

Перспективным объектом цифровизации промышленности являются производственные цепочки добавленной стоимости [Россия в новую эпоху..., 2020]. Теоретические основы организации производственных цепочек были сформулированы Д. Хопкинсом [Цифровизация обрабатывающей промышленности..., 2021]. Производственные цепочки – это система независимых предприятий, производящих элементы многокомпонентной сложной продукции.

Исследователи считают, что существенным отличием экосистемы от традиционного рынка является степень сотрудничества и конкуренции между участниками экосистемных отношений.

3. Обсуждение результатов

Следует отметить, что представления об экосистеме разработаны в развитых странах, в которых значительное число предприятий промышленности имеет высокий технологический уровень организации производства. Эти предприятия имеют высокий потенциал формирования экосистемных объединений на основе цифровых технологий.

В России даже ведущие отрасли обрабатывающей промышленности, например машиностроение, имеют низкий технологический уровень производства. Эта особенность ограничивает возможности предприятий производить изделия в широком номенклатурном спектре. В результате предприятия имеют низкий потенциал организации крупносерийного производства многокомпонентной продукции. Так, в отрасли машиностроения из 40 000 предприятий только 2000 способны организовать крупносерийное производство.

В настоящее время в Российской Федерации основные отрасли обрабатывающей промышленности (машиностроение и химическая отрасль) в значительной степени зависят от импортных технологий и оборудования. Потребности экономики РФ в промышленных товарах (машиностроение) на 60% удовлетворялись зарубежными закупками. В таких отраслях, как гражданское машиностроение, коммуникационное оборудование, электронные устройства, доля импорта

² Connected and autonomous supply chain ecosystems 2025. <https://www.pwc.com/sg/en/services/reimagine-digital/business-transformation/digital-supply-chain/connected-and-autonomous-supply-chain-ecosystems-2025.html>.

приближается к 90–100%³. Следует также отметить, что более четверти предприятий машиностроения экономически неэффективны⁴.

Проведенный анализ показывает, что предприятия обрабатывающей промышленности России имеют низкий потенциал организации современного производства сложной продукции, особенно в высокотехнологичных отраслях. Необходимо решить две задачи:

1. Сформировать потенциал прорывного развития предприятий обрабатывающей промышленности.
2. Объединить предприятия с прорывным потенциалом развития в экосистемы.

4. Выводы и предложения дальнейших исследований

Таким образом, для обеспечения экономического суверенитета страны необходимо разработать принципиально новую модель промышленного производства в условиях цифровой трансформации. Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить основные группы товаров, являющиеся приоритетными для экономики России.
2. Выявить существование предприятий, имеющих компетенции в производстве этих товаров.
3. Произвести мониторинг технологического состояния производств этой продукции.
4. На основании полученной информации произвести инжиниринг возможности создания цепочки производства, выявления и ликвидации узких мест посредством взаимодействия с дружественными странами (Китаем, Индией).
5. Произвести мониторинг кадрового потенциала отрасли.
6. Согласовать с предприятиями потребности заказчиков в номенклатуре продукции, масштабе поставок, качественных характеристиках на долгосрочной основе.
7. Сформировать устойчивые логистические связи предприятий с потребителями производственной продукции.
8. Разработать систему сервиса послепродажного обслуживания.

Литература

- Гудкова Т.В. (2021). Тенденции и проблемы цифровой трансформации предприятий в России. В сб.: *Актуальные вопросы экономики и управления: наука и практика. Кривлинские чтения: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции*. Курск, 133–137.
- Коровин Г.Б. (2019). Социальные и экономические аспекты цифровизации в России. *Журнал экономической теории*, 16(1): 1–11.
- Россия в новую эпоху: выбор приоритетов и цели национального развития* (2020). Под ред. Я.И. Кузьминова. М.: Изд. дом ВШЭ.
- Цифровая трансформация в России (2020): Аналитический отчет компании KMDA*. 14 июля. https://komanda-a.pro/projects/dtr_2020.

³ Цифровизация промышленности. Обзор TAdviser. https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8_%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80_TAdviser.

⁴ Цифровизация: история, перспективы, цифровые экономики России и мира. *Управление производством*. <https://up-pro.ru/library/strategi/tendencii/cyfvrovizaciya-trend/>.

Цифровизация обрабатывающей промышленности в 2020 г.: векторы цифровой эволюции в пандемию COVID-19 (2021). М.: НИУ ВШЭ.

Чепуренко А., Кристалова М., Вюрвих М. (2019). Историко-институциональные аспекты роли университетов в развитии предпринимательства. *Форсайт*, 13(4): 48–59. DOI: 10.17323/25002597.2019.4.48.59.

Baldwin C.Y. (2008). Where do transactions come from? Modularity, transactions, and the boundaries of firms. *Industrial and Corporate Change*, 17(1): 155–195. DOI: 10.1093/icc/dtm036.

Moore J.F. (1993). Predators and prey – A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3): 75–86.

Roundy P., Bradshaw M., Brockman B. (2018). The emergence of entrepreneurial ecosystems: A complex adaptive systems approach. *Journal of Business Research*, 86: 1–10. DOI: 10.1016/j.jbusres.2018.01.032.

Schwab K. (2017). *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Business.

Seiger R., Keller C., Niebling F., Schlegel T. (2014). Modelling complex and flexible processes for smart cyber-physical environments. *Journal of Computational Science*, 10: 137–148. DOI: 10.1016/j.jocs.2014.07.001.

Teece D. (2017). Dynamic capabilities and (digital) platform lifecycles. In: Furman J., Gawer A., Silverman B.S., Stern S. (eds.). *Entrepreneurship, innovation, and platforms. Advances in Strategic Management*, 37: 227–297.

Winter S.G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10): 991–995. DOI: 10.1002/smj.318.

References

Gudkova T.V. (2021). Trends and problems of digital transformation of enterprises in Russia. In: *Topical issues of economics and management: Science and practice. Kriulin readings: A collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference*. Kursk, 133–137. (In Russ.)

Korovin G.B. (2019). Social and economic aspects of digitalization in Russia. *Journal of Economic Theory*, 16(1): 1–11. (In Russ.)

Kuzminov Ya.I. (ed.). *Russia in a new Era: The choice of priorities and goals of national development (2020)*. Moscow, Publishing House of the HSE. (In Russ.)

Digital transformation in Russia (2020): KMDA Analytical Report. July 14. https://komanda-a.pro/projects/dtr_2020. (In Russ.)

Digitalization of the manufacturing industry in 2020: Vectors of digital evolution in the COVID-19 pandemic (2021). Moscow, HSE. (In Russ.)

Chepurenko A., Kristalova M., Vyurvikh M. (2019). Historical and institutional aspects of the role of universities in the development. *Forsite*, 13(4): 48–59. DOI: 10.17323/25002597.2019.4.48.59. (In Russ.)

Baldwin C.Y. (2008). Where do transactions come from? Modularity, transactions, and the boundaries of firms. *Industrial and Corporate Change*, 17(1): 155–195. DOI: 10.1093/icc/dtm036.

Moore J.F. (1993). Predators and prey - A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3): 75–86.

Roundy P., Bradshaw M., Brockman B. (2018). The emergence of entrepreneurial ecosystems: A complex adaptive systems approach. *Journal of Business Research*, 86: 1–10. DOI: 10.1016/j.jbusres.2018.01.032.

Schwab K. (2017). *The fourth industrial revolution*. New York, Crown Business.

Seiger R., Keller C., Niebling F., Schlegel T. (2014). Modelling complex and flexible processes for smart cyber-physical environments. *Journal of Computational Science*, 10: 137–148. DOI: 10.1016/j.jocs.2014.07.001.

Teece D. (2017). Dynamic capabilities and (digital) platform lifecycles. In: Furman J., Gawer A., Silverman B.S., Stern S. (eds.). *Entrepreneurship, innovation, and platforms. Advances in Strategic Management*, 37: 227–297.

Winter S.G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10): 991–995. DOI: 10.1002/smj.318.

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). ORCID: 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

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; ORCID: 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

About the authors**Yurii S. Bogachev**

Doctor of physical and mathematical sciences, chief researcher of the Institute of Financial and Industrial Policy, Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia). ORCID: 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

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; ORCID: 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

作者信息**Yurii S. Bogachev**

物理学数学博士、俄罗斯联邦政府金融大学金融和工业政策研究所首席科学家（俄罗斯莫斯科）。ORCID：0000-0002-8595-7674；SPIN：4904-1754；Scopus Author ID：134869。

研究领域：工业政策、工业发展机构、高科技产业部门的创新。

bogachev43@mail.ru

Pavel V. Trifonov

经济学副博士、俄罗斯联邦政府金融大学高等管理学院管理与创新系副教授、金融和工业政策研究所主任研究员（俄罗斯莫斯科）。RSCI：8842-5179；ORCID：0000-0003-2228-5441；Scopus ID：1540947；Researcher ID：E-2266-2019。

研究领域：工业发展、企业的生产潜力、业务流程管理。

PVTrifonov@fa.ru

Статья поступила в редакцию 01.10.2022; после рецензирования 15.12.2022 принята к публикации 18.12.2022. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 01.10.2022; revised on 15.12.2022 and accepted for publication on 18.12.2022. The authors read and approved the final version of the manuscript.

文章于 01.10.2022 提交给编辑。文章于 15.12.2022 已审稿，之后于 18.12.2022 接受发表。作者已经阅读并批准了手稿的最终版本。