

Кросс-отраслевая экосистема как организационно-экономическая модель развития высокотехнологичных производств

А. В. Быстров¹, Т. О. Толстых², А. Г. Радайкин¹

¹ Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

² Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия

Исследование посвящено изучению фундаментальных предпосылок появления цифровых платформ, которые позволяют сформировать глобальный взгляд на роль платформ при создании новой организационной модели — «экосистемы высокотехнологичных производств».

Цель. Обосновать в парадигме цифровизации промышленности создание современного механизма координации субъектов высокотехнологичных рынков в едином экономико-организационном пространстве — экосистеме на основе кросс-отраслевой цифровой платформы.

Задачи. Провести анализ мирового опыта внедрения цифровых платформ, выявить проблемы и предложить рекомендации по их устранению в контексте внедрения цифровых платформ в российской промышленности.

Методология. С помощью общих методов научного познания в различных аспектах анализируется современный вектор развития промышленности, обусловленный внедрением экосистем как новых организационно-экономических моделей. Отражены принципы их формирования, возможная структура, основные отличия от уже ставших традиционными кластерных и сетевых моделей. Обосновано, что именно экосистемная модель позволяет достигать участникам экосистемы положительного синергетического эффекта в реализации своих стратегических целей развития в условиях цифровой трансформации.

Результаты. Рассмотрены вопросы применения инструментария индустриальной цифровой платформы, позволяющего реализовывать взаимодействие участников в экосистеме. Платформенные решения в промышленности имеют огромную перспективу с точки зрения анализа больших массивов данных, снижения транзакционных издержек и получения «совершенной информации». Охарактеризовано направление внедрения в ближайшее время кросс-отраслевых цифровых платформ и создания экосистем.

Выводы. Цифровое кросс-отраслевое взаимодействие в рамках платформы расширит внешние коммуникации и каналы продвижения, позволит внедрить цифровые бизнес-модели и диверсифицировать производство, но требует обеспечения совместимости систем промышленных предприятий, функционирования единой цифровой платформы и облачной среды.

Ключевые слова: промышленная экосистема, цифровая платформа, кросс-отраслевой рынок, сквозные технологии, цифровая трансформация промышленности.

Для цитирования: Быстров А. В., Толстых Т. О., Радайкин А. Г. Кросс-отраслевая экосистема как организационно-экономическая модель развития высокотехнологичных производств // Экономика и управление. 2020. Т. 26. № 6. С. 564–576. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-6-564-576>

Cross-Industry Ecosystem as an Organizational and Economic Model for the Development of High-Tech Industries

A. V. Bystrov¹, T. O. Tolstykh², A. G. Radaykin¹

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

² National University of Science and Technology (MISIS), Moscow, Russia

The presented study examines the fundamental prerequisites for the emergence of digital platforms, which would provide a global view of the role that platforms play in creating a new organizational model — an ecosystem of high-tech industries.

Aim. In the context of industrial digitalization, the study aims to substantiate the creation of a modern mechanism for coordinating high-tech market participants within a single economic and organizational space — an ecosystem based on a cross-industry digital platform.

Tasks. The authors analyze the international experience of implementing digital platforms, identify problems and provide recommendations for solving them in the context of digital platform implementation in the Russian industry.

Methods. This study uses general scientific methods of cognition in various aspects to analyze the current vector of industrial development driven by the introduction of ecosystems as a new organizational and economic model; describe the principles of their formation, possible structure, and main differences from traditional cluster and network models; substantiate that an ecosystem model allows its participants to achieve a positive synergistic effect in the implementation of their strategic development goals in the context of digital transformation.

Results. The issues of using the tools of an industrial digital platform to facilitate the interaction between participants within an ecosystem are considered. Platform solutions in the industry show great promise in terms of analyzing large amounts of data, reducing transaction costs, and obtaining “perfect information”. The direction for the implementation of cross-industry digital platforms and creation of ecosystems in the near future is characterized.

Conclusions. Digital cross-industry interaction within the framework of a common platform will expand external communications and promotion channels, making it possible to introduce digital business models and diversify production, but also requiring compatibility between the systems of industrial enterprises and a functioning digital platform and cloud environment.

Keywords: industrial ecosystem, digital platform, cross-industry market, end-to-end technologies, digital industrial transformation.

For citation: Bystrov A.V., Tolstykh T.O., Radaykin A.G. Cross-Industry Ecosystem as an Organizational and Economic Model for the Development of High-Tech Industries. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2020;26(6):564-576 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-6-564-576>

Введение

В условиях четвертой промышленной революции от скорости принятия решений зависит лидерство в гонке за технологическое превосходство и долю рынка. Предпосылкой появления новых форм организации бизнеса, совместной взаимовыгодной деятельности и новых способов максимизации добавленной стоимости является цифровизация экономики в целом и промышленности в частности. По прогнозам экспертов, внедрение цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта, обеспечит в течение ближайшего десятилетия до 14 % прироста мирового ВВП, что эквивалентно 15 трлн долл. США.

Среди основных концепций цифровой трансформации промышленности сегодня — *Industry 4.0*, *Digital Manufacturing*, *Smart Manufacturing*, *Internet of Manufacturing*, *Open Manufacturing*. Цифровая трансформация промышленности — это не только технологические преобразования, но и поиск новых организационно-экономических моделей. Любые изменения начинаются с управленческих уровней и требуют, прежде всего, ментальных изменений. Цифровые технологии обусловили появление такой модели, как экосистема.

Термин «экосистема» в середине прошлого века ввел А. Тенслей для описания функционального единства живых организмов и среды их обитания. В проекции на организационно-экономические модели периода цифровой

трансформации под промышленной экосистемой понимается функциональное единство экономических участников (акторов) и среды их взаимодействия. Экосистема подразумевает формирование инновационно-дружелюбной партнерской среды для всех ее участников, когда каждый актор необходим другому, когда основными принципами объединения в экосистему являются добровольность, равенство. В модели экосистемы нет единого управленческого органа — взаимодействие акторов осуществляется через самоорганизацию, как показано на рисунке 1.

У экосистем отсутствуют территориальные границы — взаимодействие осуществляется акторами разных территорий и разных отраслей. У экосистем нет четких временных границ — временной лаг взаимодействия конкретных акторов осуществляется в рамках инновационных инжиниринговых проектов. Объединением акторов выступают новые знания, технологии, материалы. Среда, сформированная на принципах экосистемной модели, позволяет каждому из акторов эффективно достигать своих целей в сфере цифровизации, инициировать, разрабатывать и внедрять проекты новых технологий и бизнес-процессов, достигая при этом мощного синергетического эффекта [1–3]. Основные методологические принципы формирования экосистем представлены на рисунке 2.

Можно считать, что экосистемная модель служит развитием кластерных и сетевых моделей организации предприятий. Основным



Рис. 1. Экосистемная модель организационно-экономического взаимодействия акторов

Источник: разработано авторами.



Рис. 2. Принципы формирования экосистемной модели развития высокотехнологичных производств

Источник: разработано авторами.

органом управления кластеров, как правило, являются федеральные или отраслевые органы власти, которые принимают основные решения по развитию кластера и инвестируют в него финансовые средства. В сетевых организациях в качестве органа принятия стратегических управленческих решений выступает крупное предприятие, которое «подбирает» партнеров по цепочке добавленной стоимости своего продукта. Одно из основных отличий экосистем от кластеров и сетевых организаций заключается в принципиальном отсутствии единого органа управления. Каждое предприятие самостоятельно принимает управленческие решения о взаимодействии с другими предприятиями в рамках экосистемы. Поэтому необходим инструментарий, позволяющий осуществлять данное взаимодействие.

Таким инструментарием все чаще становятся цифровые платформы. Платформы позволяют компаниям создавать экосистемы, обеспечивающие рост за счет:

- наличия сетевых эффектов: платформы упрощают привлечение новых пользователей, добавленную стоимость продукта формируют как продавец, так и покупатель, получая при этом взаимную выгоду;
- асимметричного роста и конкуренции: каждая компания находит в экосистеме свою рыночную нишу;
- использования цифровых каналов дистрибуции.

Актуальным является определение эффективности внедрения цифровых платформ в промышленности и организации кросс-отраслевых экосистем. Ввиду того что цифровая трансформация — комплексное мероприятие, очень сложно составить карту критериев эффективности всех инструментов платформы. Тем не менее, если взять за сравнение создание в России в 2011–2018 гг. технологических платформ, можно в общих чертах оценить эффективность создания цифровых экосистем.

Фундаментальные предпосылки появления цифровых платформ

Организация экономической деятельности служит предметом исследований и экспериментов на протяжении существования человечества. В течение практически всего XX в. два геополитических центра мира СССР и США доказывали превосходство своих экономических систем: плановой экономики с одной стороны и рыночной — с другой. В итоге все бывшие союзные республики СССР выбрали децентрализованный подход организации национальных экономик. Существует устоявшееся утверждение о том, что эффективность рыночной экономики выше по сравнению с централизованным

планированием. Однако имеется существенное допущение, при котором это утверждение может считаться истиной, — концепция «совершенной информации». Смысл данной концепции состоит в том, что все участники рынка обладают полноценной информацией обо всех рыночных факторах. В реальной же экономике такое состояние априори невозможно.

Проблемы управления масштабной экономической деятельностью исследованы в работах Л. Канторовича [4], Ф. Хайека [5], Р. Коуза [6], Б. Хендерсона, М. Портера [7], Г. Б. Клейнера [8] и других.

Важнейший элемент любого управленческого процесса — информация. Ее качество и своевременность позволяют эффективно координировать экономическую активность. Современные технологии обработки информации и концептуальное изменение отношения к обрабатываемой информации стимулируют переход от линейной бизнес-модели XX в. к современному платформенному бизнесу. Сегодня представителями данной категории являются не только IT-компании *Google*, *Amazon* и *Microsoft*, но и высокотехнологичные компании промышленного сектора экономики: *Apple*, *Samsung*, *General Electric*.

В начале 1970-х гг. в Советском Союзе была разработана концепция первого прототипа «индустриальных цифровых платформ» — общегосударственная автоматизированная система учета и обработки информации (ОГАС) — проект системы автоматизированного управления экономикой СССР [9]. В основе ОГАС планировалось использовать отраслевые автоматизированные системы управления для каждой отрасли и каждого региона страны, интегрированные в единую систему компьютерного управления по всем уровням иерархии территориального управления, вплоть до общесоюзного уровня. Запуск системы на основе открытости данных мог бы стать хорошим инструментом для анализа промышленности, кооперационных цепочек и формирования добавленной стоимости в производстве и торговле промышленными товарами. Однако этим планам не суждено было сбыться.

Платформы в эпоху цифровизации экономики

Концепция *Industrie 3.0* подразумевала автоматизацию отдельных машин и процессов, но она не дала того эффекта, который мы ожидаем от Четвертой промышленной революции. Отличительной особенностью концепции *Industrie 4.0* является сквозная цифровизация цепочки создания стоимости и интеграция данных со множеством экосистем. На основе собираемых данных осуществляется предложение продуктов и услуг, становится возможной эксплуа-

Типизация цифровых платформ АНО «Цифровая экономика»

Инструментальная	Инфраструктурная	Прикладная
Предназначена для создания программных или программно-аппаратных решений прикладного назначения	Предназначена для обеспечения деятельности экосистем и предоставляющая участникам доступ к решениям по автоматизации их деятельности на основе сквозных цифровых технологий	Предназначена для предоставления цифровых сервисов и инструментов значительному числу участников в единой информационной среде
		

Источник: АНО «Цифровая экономика». URL: <https://data-economy.ru/infrastructure#rec36248210> (дата обращения: 18.06.2020).

тация связанных физических и виртуальных активов [10]. Благодаря данным и специальным алгоритмам их обработки, проводится трансформация бизнес-моделей, создаются партнерства, а также персонализируется обслуживание клиентов.

Результатом преобразований станет появление «Фабрик будущего», которые основываются на информационно-технологических системах разработки и цифрового проектирования (*Digital Factory*), организации производства (*Smart Factory*) и управления жизненным циклом продукции (*Product Lifecycle Management*). Эффективное управление внутренними и внешними кооперационными связями, сквозными производственными процессами в парадигме «Фабрик будущего» — основной фактор снижения транзакционных издержек и увеличения добавленной стоимости высокотехнологичной кастомизированной продукции. В целях обеспечения функционирования экосистемы «Фабрик будущего» на отраслевом и кросс-отраслевом уровнях должна быть развернута цифровая инфраструктура обеспечения взаимодействия субъектов научно-исследовательской деятельности, промышленного производства, логистики и дистрибуции. В основе инфраструктуры должна находиться цифровая платформа, объединяющая технологии и сервисы, востребованные субъектами экосистемы [11].

Существует множество определений «цифровых платформ», но в конечном счете все они раскрывают их главную сущность: цифровые платформы представляют собой систему алгоритмизированного взаимодействия значимого количества субъектов отрасли экономики (или рынка), осуществляемого в единой информационной среде, обеспечивающей снижение транзакционных издержек за счет использования цифровых инструментов работы с данными и изменения бизнес-процессов [12].

Согласно определению Центра компетенций АНО «Цифровая экономика», к основным критериям цифровой платформы относятся:

1. Алгоритмизация взаимодействия участников платформы.
2. Взаимовыгодность отношений участников платформы.
3. Количество участников, использующих платформу для взаимодействия.
4. Единая информационная среда.
5. Наличие экономических эффектов: снижение транзакционных издержек, максимизация добавленной стоимости.

На основе данных критериев можно выделить три типа платформ, характеристики которых представлены в таблице 1.

На наш взгляд, данная классификация цифровых платформ носит обобщенный характер. Цифровые платформы являются инфраструктурной основой экосистем и могут обладать расширенными функциональными характеристиками и областью применения. Участники экосистемы высокотехнологичных производств также могут одновременно использовать несколько цифровых платформ разного типа и назначения. Поэтому предлагаем следующую типизацию цифровых платформ, как видно из таблицы 2.

В настоящее время среди индустриальных платформ можно выделить три вида:

- базовые индустриальные платформы, выполняющие функции сбора и анализа данных для обеспечения мониторинга состояния оборудования;
- прикладные платформы, реализующие логику планирования бизнес- и производственных процессов;
- прикладные платформы для автоматизации процессов управления жизненным циклом продукта (PLM/SLM).

В контексте развития экосистем высокотехнологичных производств, таких, как производ-

Типизация цифровых платформ по функциональным характеристикам и области применения

Класс платформ	Функционал	Примеры
Технологические	Обеспечивают доступность ИТ-ресурсов и сквозных цифровых технологий	
Функциональные	Обеспечивают доступность специализированного ПО	
Инфраструктурные	Предоставляют доступ к цифровой инфраструктуре	
Корпоративные	Цифровизация процессов управления	
Информационные	Обеспечение информационного доступа к рынку	
Маркетплейсы	Предоставляют доступ к рынку, обеспечивая взаимодействие сторон	
Отраслевые	Обеспечивают взаимодействие участников одной отрасли или рынка	
Кросс-отраслевые	Объединяют функционал других платформ и обеспечивают взаимодействие участников экосистем	Евразийская цифровая платформа промышленности (прототип). Кросс-отраслевая цифровая платформа развития производства беспилотных авиационных систем (концепция)

ство беспилотных авиационных систем, требуется формирование именно кросс-отраслевых цифровых платформ. Данный тип платформы органически дополняет указанные выше три типа промышленных платформ.

Модульная архитектура кросс-отраслевой цифровой платформы позволяет различным участникам экосистемы создавать взаимозависимые компоненты системы: инструменты и сервисы. Другая особенность такой платформы — свойство самокоординации совместной деятельности компаний различных отраслей в условиях отсутствия в экосистеме элементов организационной иерархии, присущей компаниям традиционной организационной формы [13].

Цифровая экосистема высокотехнологичных производств аккумулирует в себе все необходимые ресурсы, недоступные ранее ее участникам, предоставляя неограниченному количеству участников доступ к технологиям, информации, высококачественным сервисам

разработки, аналитики, сетевого взаимодействия. Но основной ценностью экосистемы является обеспечение практически безграничного доступа к рынку: к материальным и интеллектуальным ресурсам, клиентам, производителям, сервисным организациям и т. д.

Внедрение кросс-отраслевых цифровых платформ в промышленности [14] открывает участникам ее экосистемы огромные возможности, невозможные в рамках традиционных организационных форм хозяйствования:

- снижение транзакционных издержек: трансформация и интенсификация бизнес-процессов; оптимизация структуры управления, низкие информационные, коммуникационные, логистические издержки, повышение гибкости производства, ускорение экономических циклов;
- рост потребительской ценности: эффективное использование производственных мощностей и нематериальных активов, возможность выбора лучших условий и про-

А. В. БЫСТРОВ, Т. О. ТОЛСТЫХ, А. Г. РАДАЙКИН Кросс-отраслевая экосистема как организационно-экономическая модель развития высокотехнологичных производств

зрачность рынка, доступность финансовых ресурсов, обратная связь;

- стимулирование инноваций: кастомизированные товары и услуги, доступ к технологиям; инновационные бизнес-модели, гибкая организационная структура;
- открытие рынков: регулирование спроса и предложения, возможность выхода на рынок для субъектов малого и среднего бизнеса, экспортные возможности, снижение административных барьеров, партнерская сеть;
- снижение коррупционных рисков: повышение координации хозяйствующих структур, информационная открытость, цифровая прослеживаемость и прозрачность операций.

Внедрение цифровых платформ имеет не только национальное значение, но и затрагивает вопросы международного экономического взаимодействия и функционирования международных экономических зон [15]. Синхронизация экономико-организационных процессов в единой экосистеме позволит организовать высокоэффективное взаимодействие всех акторов процесса разработки, производства, сбыта и послепродажного обслуживания высокотехнологичной продукции, независимо от национальной принадлежности предприятия. В связи с этим в рамках Цифровой повестки ЕАЭС 2025 реализуется проект создания цифровой промышленной кооперации, цель которой — увеличение объемов производства производственных товаров и их реализации на международном рынке.

Внедрение цифровых промышленных платформ в России и мире

Внедрение интеллектуальных систем в промышленности способствует сближению физического и цифрового миров и имеет революционный характер [16]. Технологические изменения сопровождаются развитием принципиально новых бизнес-процессов на всех уровнях производственных цепочек. Внедрение сквозных цифровых технологий, создание промышленных платформ открывает широкие возможности как компаниям, так и странам для международной технологической экспансии.

Правительства многих стран улавливают веяние времени и на национальном уровне страны управляют этими изменениями. Сегодня передовые страны реализуют крупномасштабные программы технологического развития промышленности. Соединенные Штаты Америки проводят политику цифровизации [17] в рамках Консорциума промышленного интернета (*Industrial Internet Consortium*) и Партнерства по передовому производству (*Advanced Manufacturing Partnership*). В Германии реализуется инициатива *Industry 4.0*,

ставящая своей целью трансформацию существующих бизнес-моделей через внедрение киберфизических систем. Не стоит забывать и об общеевропейской инициативе «Фабрики будущего» (*Factories of the Future*), государственной программе Китайской Народной Республики «Сделано в Китае 2025» (*Made in China 2025*), Национальной технологической инициативе (НТИ 20.35) в России.

В российском государстве в настоящее время функционирует Государственная информационная система промышленности (ГИСП), которая объединяет несколько сотен тысяч средних и крупных предприятий. Данная система по своему функционалу относится к категории информационных платформ, но Министерство промышленности и торговли России в рамках ведомственного проекта «Цифровая промышленность» планирует развивать на ее основе экосистему индустриальных платформ.

Проектом предусмотрено [18] создание, интеграция и развитие оказывающих существенное влияние на развитие промышленных предприятий платформ:

- эффективного инвестирования в промышленность;
- создания и развития производства промышленных предприятий;
- подбора комплекса мер господдержки, их получения и контроля достижения показателей эффективности проекта;
- обеспечения производства и продвижения промышленной продукции на внутреннем рынке;
- продвижения продукции на внешнем рынке, увеличения объемов экспорта;
- анализа и прогноза развития производства на базе объективных статистических данных.

Разработка цифровых платформ, обеспечивающих кросс-отраслевую и межсистемную интеграцию предприятий при разработке, производстве и реализации высокотехнологичной продукции, также является приоритетом программы. Именно организация кросс-отраслевого взаимодействия может стать катализатором инновационной активности и создания новых продуктов и сервисов, поскольку они основаны на «подрывных», в том числе «сквозных» цифровых технологиях, имеющих кросс-отраслевой характер происхождения.

Важный фактор развития отечественных промышленных цифровых платформ — возможность их интеграции с *ERP*-системами, установленными на российских промышленных предприятиях. В целом разработка и внедрение отраслевых и кросс-отраслевых цифровых платформ в промышленности может опираться на сложившуюся инфраструктуру и имеет возможности для развития.

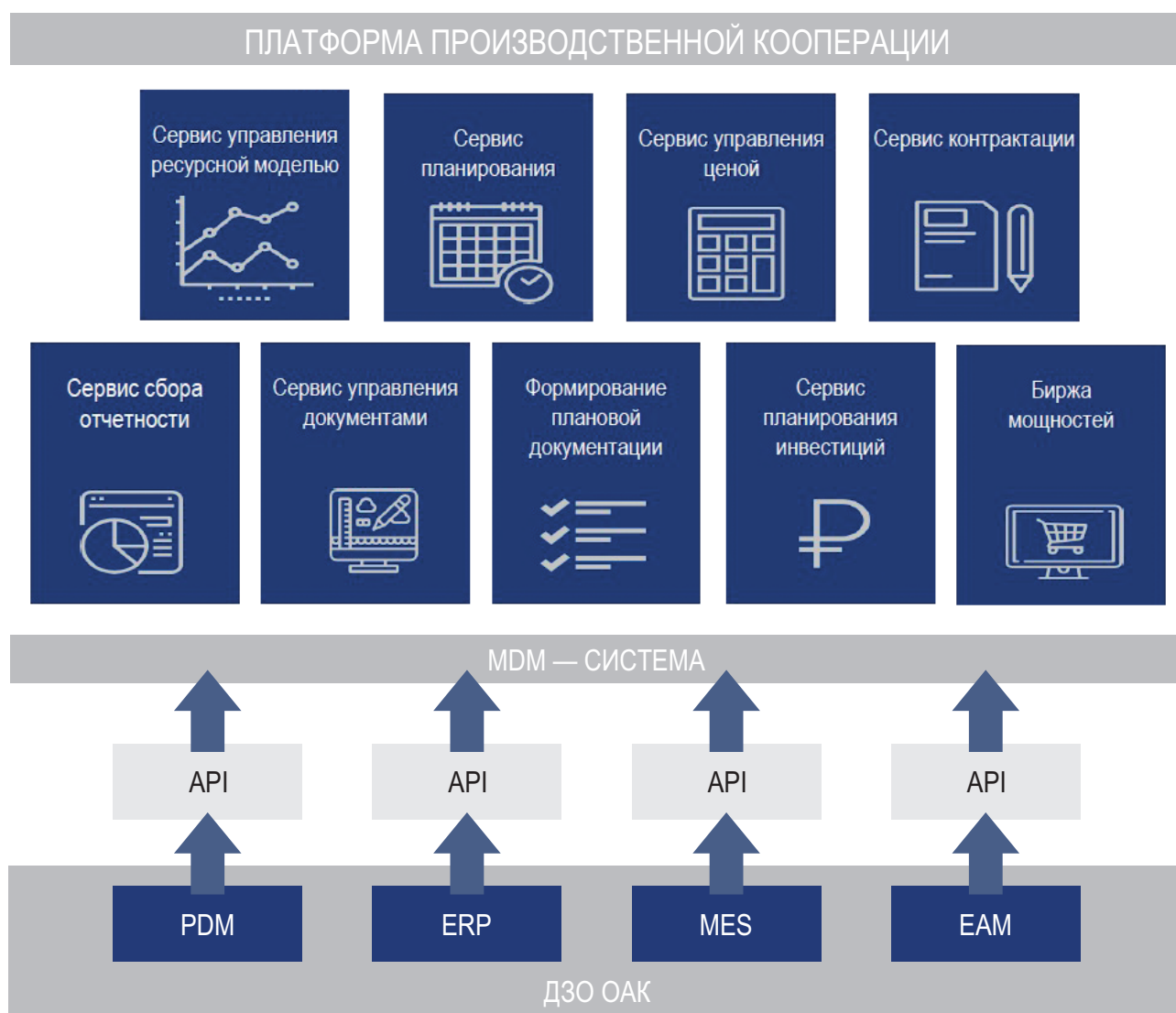


Рис. 3. Архитектура платформы производственной кооперации ПАО «ОАК»

Источник: Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК). URL: <https://uacrussia.ru/ru/> (дата обращения: 18.06.2020).

Примером реализации корпоративных программ цифровой трансформации является отраслевая платформа *EvOil* компании «Газпром нефть» [19], которая формирует производственную экосистему в нефтегазовом секторе. В данном направлении движется ПАО «КАМАЗ», осуществляющее внедрение корпоративной цифровой платформы и переход к цифровому инжинирингу, производству, цепочке поставок, продажам и сервису.

ПАО «ОАК» разрабатывает собственную «Платформу производственной кооперации», что отражено на рисунке 3, которая включает в себя единое административное информационное пространство, единое инженерное информационное пространство, замену натурных испытаний математическим моделированием, информационную систему управления распределенным производством, цифровую среду взаимодействия с поставщиками, платформу эксплуатации, акселерации цифровых технологий и многое другое.

Задача создания экосистем для цифровой промышленности стоит перед федеральными органами исполнительной власти (Министерством промышленности и торговли РФ, Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, Министерством экономического развития РФ), государственными компаниями, к которым относятся Ростех, Росатом, Ростелеком, институтами развития (Российской венчурной компанией, Фондом «Сколково», Фондом содействия инноваций, Российским фондом развития информационных технологий), промышленными и техническими ассоциациями и крупнейшими частными корпорациями. Но, несмотря на существование целого ряда программ и стратегий, которые влияют на цифровую трансформацию промышленности, отсутствует согласованность и взаимосвязь инициатив среди ее основных акторов.

Ранее нами перечислены программы, на основании которых осуществляется развитие про-

мышленности и экономики передовых стран. Для более глубокого понимания специфики создания именно промышленных экосистем интересен опыт Евросоюза, в котором в рамках программ «Горизонт 2020» и «Европа 2020» утверждены и с 2017 г. реализуются следующие пилотные проекты [20] цифровых платформ:

- *Digital Manufacturing Platforms for Connected Smart Factories*;
- *Digital Platforms/Pilots Horizontal Activities*;
- *Agricultural Digital Integration Platforms*;
- *Interoperable and Smart Homes and Grids*;
- *Big Data Solutions for Energy*.

При реализации данных инициатив особое внимание будет уделяться разработке межотраслевых, интегрированных цифровых платформ и масштабных платформ-пилотов для экспериментирования и совместного создания (*co-creation*) с пользователями.

США — безусловный лидер развития платформенных бизнес-моделей. На глобальном рынке цифровых технологий, разработки программного обеспечения (ПО) и технологических решений американские корпорации *Apple*, *General Electric*, *Microsoft* являются безусловными лидерами. При этом уровень государственных инвестиций в создание промышленных платформ сравнительно низкий. Правительство в большей степени занимается регулированием и созданием среды, а разработки отданы частному бизнесу. Цифровая трансформация промышленности в США осуществляется по направлению «Индустриальный интернет», в рамках программы *Digital Economy Agenda* и деятельности Консорциума промышленного интернета (*Industrial Internet Consortium*).

Китай развивает цифровые платформы в рамках стратегии «Интернет +», которая входит в программу «Сделано в Китае 2025». Подход Китая прямо противоположен американскому: уровень государственных инвестиций превышает 300 млрд долл. США. При этом трансформация промышленности осуществляется под четким контролем Государственного совета Китая, который определяет стратегию на основе десятилетнего плана, что позволяет мобилизовать ресурсы в масштабах, превосходящих другие страны.

Германия, европейский промышленный лидер, сочетает инициативы частного и государственного секторов, а также встраивается в общеевропейские инициативы.

Осознание того, что цифровые платформы уже стали ключевым конкурентным производственным активом, обеспечивающим эффективность и гибкость производственного процесса, анализ данных, оптимизацию цепочек поставок и дистрибуции, заставило многие страны включить их внедрение в приоритеты промышленной политики.

Выводы

Удержание долгосрочного конкурентного преимущества на глобальном рынке в отдельности не может обеспечить ни одна из передовых производственных технологий. Сегодня наблюдается появление новых рынков, основанных на производстве высокотехнологичной продукции, объединяющей технологии совершенно разных отраслей: биосенсоры, беспилотники, ситифермы. Для реализации безграничного потенциала цифровизации промышленности, внедрения цифровых платформ и создания кросс-отраслевых экосистем [21; 22] необходима система комплексных решений, обеспечивающих высокие темпы разработки и производства глобально конкурентоспособной продукции нового поколения. В основе этих решений лежит концепция «Фабрик будущего» (*Factory of the Future*), которые представляют собой совершенно новую производственную модель, основанную на мультидисциплинарном подходе создания передового производства, который включает в себя следующее:

- разработку и внедрение индустриальных цифровых платформ. Платформенный подход позволяет объединить территориально распределенных участников процессов разработки и производства, повысить уровень гибкости и кастомизации с учетом требований потребителей. Совокупность передовых цифровых технологий, в том числе технологий искусственного интеллекта, больших данных на одной платформе позволит компаниям максимизировать ценность продуктов с минимальными затратами;
- внедрение технологий цифровых двойников (*Digital Twin*), информационно-технологических систем разработки и цифрового проектирования (*Digital Factory*), организации производства (*Smart Factory*) и управления жизненным циклом продукции (*Product Lifecycle Management*).

Под воздействием вышеперечисленных процессов формируется организационно-экономическая экосистема высокотехнологичных производств, объединяющая всех акторов промышленной политики и инновационной сферы: органы исполнительной власти, государственные корпорации, малые инновационные предприятия, институты развития, образовательные учреждения, научно-исследовательские организации, ученых и консультантов.

Экономическую эффективность программы Технологических платформ в России оценить однозначно нельзя, поскольку многие проекты, включенные в программы научных исследований технологических платформ, существовали до их появления. Как коммуникационная площадка данный институт тоже не показал

выдающихся результатов и стал инструментом представления бизнес-интересов организаций — координаторов платформ. Вместе с тем эффект от внедрения только технологий искусственного интеллекта на платформах ПАО «Сбербанк» в 2019 г. оценивается в 42 млрд руб. Поэтому преимущества цифровой экосистемной экономики становятся очевидны.

Препятствиями для успешного внедрения индустриальных цифровых платформ и создания экосистем высокотехнологичных производств в России выступают такие факторы, как:

- отсутствие комплексной стратегии развития цифровой промышленности;
- низкий уровень мотивации чиновников и топ-менеджеров крупных компаний, неприятие новых технологий и форм взаимодействия;
- отсутствие координации крупных промышленных предприятий с субъектами малого и среднего предпринимательства, научно-исследовательскими и образовательными организациями;
- низкий уровень инвестиций в цифровую трансформацию российских промышленных предприятий;
- преобладание вертикально-интегрированных промышленных групп, низкий уровень горизонтальных кооперационных связей;
- ориентация на ОПК, секретность и боязнь конкуренции.

Максимально эффективное использование возможностей прорывных технологий возможно только при наличии комплексной программы, включающей в себя создание активных партнерств, стимулирование цифровой трансформации государственных корпораций, вовлечение научно-исследовательского сообщества, выделение ресурсов и создание благоприятного налогового регулирования для стимулирования инвестиций в цифровые технологии.

Особо важным аспектом цифровой трансформации является подготовка высококвалифицированных кадров, отвечающих требованиям цифровой экономики. Как отмечает И. В. Новикова, максимально эффективная реализация человеческого потенциала и потенциала материальных активов возможна при оптимальном соотношении информационных компетенций работника и информационных компонент рабочего места [23]. Отдача от внедрения цифровых технологий появится только в условиях грамотного управления на всех этапах цепочки создания стоимости.

Необходима единая стратегия развития цифровой промышленности, которая бы определяла механизмы внедрения новых технологий для достижения целей промышленного развития и ускорения экономического роста в России. Основываясь на авторской концепции стратегирования В. Л. Квинта, в процессе разработки стратегий развития важно на каждом этапе проводить анализ глобальных закономерностей и оценку отраслевых и региональных трендов [24; 25]. В связи с этим основой для разработки стратегии может быть Национальная технологическая инициатива (НТИ), которая формирует подходы к завоеванию новых рынков, имеющих кросс-отраслевой характер (Аэронет, Автонет, Маринет, Хелснет и др.).

Перспективным направлением внедрения кросс-отраслевых цифровых платформ и создания экосистем является их использование для рынков Национальной технологической инициативы, в том числе в сфере беспилотных авиационных систем (Аэронет). Создание цифровой экосистемы Аэронет позволит форсировать развитие промышленного производства беспилотных авиационных систем в России и ускорит формирование соответствующего нового рынка.

Литература

1. Moore J. F. The death of competition: Leadership and strategy in the age of business ecosystems. New York: HarperCollins Publishers, 1996. 297 p.
2. Tolstykh T., Shmeleva N., Gamidullaeva L. Evaluation of circular and integration potentials of innovation ecosystems for industrial sustainability // Sustainability. 2020. Vol. 12. No. 11. P. 4574. DOI:10.3390/su12114574
3. Farhadi N. Cross-Industry Ecosystems: Grundlagen, Archetypen, Modelle und strategische Ansätze. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2019. 151 p. DOI 10.1007/978-3-658-26129-0
4. Канторович Л. В. Математико-экономические работы. Избранные труды. Новосибирск: Наука, 2011. 760 с.
5. Хайек Ф. Дорога к рабству / пер. с англ. М.: Экономика, 1992. 176 с.
6. Коуз Р. Фирма, рынок и право / пер. с англ. М.: Новое издательство, 2007. 224 с.
7. Портер М. Конкурентное преимущество. Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2019. 716 с.
8. Клейнер Г. Б. Социально-экономические экосистемы в контексте дуального пространственно-временного анализа // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018. Т. 5. № 5. С. 5–13.
9. Общегосударственная автоматизированная система учета и обработки информации (ОГАС) [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Общегосударственная_автоматизированная_система_учёта_и_обработки_информации (дата обращения: 09.04.2020).

10. Радайкин А. Г., Течи Агоран Ги М.-О. Цифровая трансформация промышленности как драйвер экономического роста // Проблемы и перспективы развития промышленности России: сб. материалов Второй Междунар. науч.-практ. конф. «Предприятия в условиях цифровой экономики: риски и перспективы». М.: Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, 2018. С. 290–294.
11. Autio E., Thomas L. Innovation ecosystems: implications for innovation management / Dodgson M., Gann D. M., Phillips N., eds. Oxford handbook of innovation management. Oxford: Oxford University Press, 2014. P. 204–288.
12. Информационная инфраструктура [Электронный ресурс] // АНО «Цифровая экономика. URL: <https://data-economy.ru/infrastructure> (дата обращения: 09.05.2020).
13. Jacobides M., Cennamo C., Gawer A. Industries, Ecosystems, Platforms, and Architectures: Rethinking our Strategy Constructs at the Aggregate Level // Working Paper, London Business School, 2015.
14. Adner R., Kapoor R. Value creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations // Strategic Management Journal. 2010. Vol. 31. No. 3. P. 306–333. DOI: 10.1002/smj.821
15. Пименов В. В., Юсим В. Н., Быстров А. В. О системном подходе к развитию промышленной политики России в условиях цифровой трансформации // Государственное управление Российской Федерации: повестка дня власти и общества: сб. тр. XVI Междунар. конф. М.: Издательский дом КДУ, 2019. С. 231–241.
16. Bystrov A. V., Yusim V. N. Indicators of economic development of technologically advanced countries // 19th International Conference on Engineering Education: New technologies and innovation for global business. (Zagreb, 20–24 July, 2015). Zagreb: MATE Ltd., 2015. P. 481–488.
17. Industrial Internet Consortium. 2014. “Overview of the Industrial Internet Consortium”. Presentation. June 17. Boston [Электронный ресурс]. URL: https://www.iiconsortium.org/ma-14/Industrial_Internet_Consortium_Information_Day_June_17_2014.pdf (дата обращения: 18.05.2020).
18. Устинова А. Минпромторг очертит контур «Цифровой промышленности» [Электронный ресурс] // ComNews.ru. 2019. 23 мая. URL: <https://www.comnews.ru/content/119733/2019-05-23/minpromtorg-ochertil-kontur-cifrovoy-promyshlennosti#> (дата обращения: 18.05.2020).
19. Орлов С. Цифровая платформа. Стратегия цифровой трансформации процессов переработки нефти, транспортировки и сбыта нефтепродуктов [Электронный ресурс] // Сибирская нефть. 2018. № 151. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-may/1589545/> (дата обращения: 18.05.2020).
20. Horizon 2020 — Work Programme 2018–2020. Information and Communication Technologies [Электронный ресурс]. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-leit-ict_en.pdf (дата обращения: 09.06.2020).
21. Vasin S., Gamidullaeva L., Tolstykh T., Rostovskaya T., Skorobogatova V. From innovation system through institutional transformation to digital innovation ecosystem // Innovation Management and Education Excellence Through Vision 2020: Proceedings of the 31st International Business Information Management Association (IBIMA 2018) Conference (Milan, 25–26 April, 2018). King of Prussia, PA: International Business Information Management Association, 2018. P. 4620–4633.
22. Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems // Strategic Management Journal. 2018. Vol. 39. No. 8. P. 2255–2276. DOI: 10.1002/smj.2904
23. Новикова И. В. Стратегическое управление трудовыми ресурсами предприятия в Индустрии 4.0 // Экономическое возрождение России. 2019. № 3 (61). С. 181–184. DOI: 10.17073/2072-1633-2018-4-318-326
24. Квинт В. Л. Концепция стратегирования. Т. I. СПб.: Северо-Западный институт управления РАНХиГС, 2019. 132 с.
25. Квинт В. Л. Концепция стратегирования. Т. II. СПб.: Северо-Западный институт управления РАНХиГС, 2020. 164 с.

References

1. Moore J.F. The death of competition: Leadership and strategy in the age of business ecosystems. New York: HarperCollins Publishers, Inc.; 1996. 297 p.
2. Tolstykh T., Shmeleva N., Gamidullaeva L. Evaluation of circular and integration potentials of innovation ecosystems for industrial sustainability. *Sustainability*. 2020;12(11):4574. DOI:10.3390/su12114574
3. Farhadi N. Cross-industry ecosystems: Grundlagen, Archetypen, Modelle und strategische Ansätze. Wiesbaden: Gabler Verlag; 2019. 151 p. DOI 10.1007/978-3-658-26129-0
4. Kantorovich L.V. Mathematical and economic papers. Selected works. Novosibirsk: Nauka; 2011. 760 p. (In Russ.).
5. Hayek F.A. The road to serfdom. Chicago: The University of Chicago Press; 1944. 274 p. (Russ. ed.: Hayek F.A. Дорога к рабству. Moscow: Ekonomika; 1992. 176 p.).
6. Coase R.H. The firm, the market and the law. Chicago, London: University of Chicago Press; 1990. 217 p. (Russ. ed.: Coase R. Firma, рынок и право. Moscow: Novoe izdatel'stvo; 2007. 224 p.).
7. Porter M. E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York: The Free Press; 1998. 592 p. (Russ. ed.: Porter M. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. Moscow: Alpina Publisher; 2019. 716 p.).

8. Kleyner G.B. Socio-economic ecosystems in the context of dual spatial-temporal analysis. *Ekonomika i upravlenie: problem i resheniya*. 2018;5(5):5-13. (In Russ.).
9. National Automated Accounting and Information Processing System (OGAS). Wikipedia — the free encyclopedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Общероссийская_автоматизированная_система_учёта_и_обработки_информации (accessed on 09.04.2020). (In Russ.).
10. Radaikin A.G., Tech Agoran Gi M.-O. Digital transformation of industry as a driver of economic growth. In: Problems and prospects for the development of Russian industry. Proc. 2nd Int. sci.-pract. conf. "Enterprises in the digital economy: Risks and prospects". Moscow: Plekhanov Russian University of Economics; 2018:290-294. (In Russ.).
11. Autio E., Thomas L. Innovation ecosystems: Implications for innovation management. In: Dodgson M., Gann D.M., Phillips N., eds. The Oxford handbook of innovation management. Oxford: Oxford University Press; 2014:204-288.
12. Information infrastructure. ANPO "Digital economy". URL: <https://data-economy.ru/infrastructure> (accessed on 09.05.2020). (In Russ.).
13. Jacobides M., Cennamo C., Gawer A. Industries, ecosystems, platforms, and architectures: Rethinking our strategy constructs at the aggregate level. London Business School. Working Paper. 2015. URL: <https://www2.uwe.ac.uk/faculties/BBS/BUS/Research/CENTIENT/ESRC%20seminar%204%20-%20UWE,%20Bristol/Michael%20G%20Jacobides.pdf>
14. Adner R., Kapoor R. Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal*. 2010;31(3):306-333. DOI: 10.1002/smj.821
15. Pimenov V.V., Yusim V.N., Bystrov A.V. On a systematic approach to the development of industrial policy in Russia in the context of digital transformation. In: Public administration of the Russian Federation: The agenda of government and society. Proc. 16th Int. conf. Moscow: KDU Publ.; 2019:231-241. (In Russ.).
16. Bystrov A.V., Yusim V.N. Indicators of economic development of technologically advanced countries. In: 19th Int. conf. on engineering education: New technologies and innovation for global business (Zagreb, 20-24 July, 2015). Zagreb: MATE Ltd.; 2015:481-488. URL: http://icee2015.zsem.hr/images/ICEE2015_Proceedings.pdf
17. Overview of the Industrial Internet Consortium. Industrial Internet Consortium. Boston, MA, June 17, 2014. URL: https://www.iiconsortium.org/ma-14/Industrial_Internet_Consortium_Information_Day_June_17_2014.pdf (accessed on 18.05.2020).
18. Ustinova A. The Ministry of Industry and Trade outlined the profile of the "Digital industry". ComNews.ru. May 23, 2019. URL: <https://www.comnews.ru/content/119733/2019-05-23/min-promtorg-ochertil-kontur-cifrovoy-promyshlennosti#> (accessed on 18.05.2020). (In Russ.).
19. Orlov S. Digital platform: Digital transformation strategy for oil refining, transportation and marketing of petroleum products. *Sibirskaya neft'*. 2018;(151). URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-may/1589545/> (accessed on 18.05.2020). (In Russ.).
20. Horizon 2020 — Work programme 2018-2020. Information and Communication Technologies. Luxembourg: European Commission; 2020. 197 p. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-leit-ict_en.pdf (accessed on 09.06.2020).
21. Vasin S., Gamidullaeva L., Tolstykh T., Rostovskaya T., Skorobogatova V. From innovation system through institutional transformation to digital innovation ecosystem. In: Innovation management and education excellence through vision 2020: Proc. 31st International Business Information Management Association (IBIMA 2018) Conference (Milan, 25-26 April, 2018). King of Prussia, PA: IBIMA; 2018:4620-4633.
22. Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2018;39(8):2255-2276. DOI: 10.1002/smj.2904
23. Novikova I.V. Strategic management of human resources of an enterprise in Industry 4.0. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii = The Economic Revival of Russia*. 2019;(3). (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2018-4-318-326
24. Kvint V.L. Strategizing concept. Vol. 1. St. Petersburg: North-West Institute of Management, RANEPa; 2019. 132 p. (In Russ.).
25. Kvint V.L. Strategizing concept. Vol. 2. St. Petersburg: North-West Institute of Management, RANEPa; 2020. 164 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Быстров Андрей Владимирович

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики промышленности

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова

117997, Москва, Стремянный пер., д. 36, Россия

(✉) e-mail: bistrov-sun@mail.ru

Author information

Andrey V. Bystrov

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Industrial Economics
Plekhanov Russian University of Economics

Stremyannyy Lane 36, Moscow, 117997, Russia

(✉) e-mail: bistrov-sun@mail.ru

Толстых Татьяна Олеговна

доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры промышленного менеджмента

Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС»

119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, Россия

(✉) e-mail: tt400@mail.ru

Радайкин Алексей Геннадьевич

ассистент кафедры экономики промышленности

Российский экономический университет
им. Г. В. Плеханова

117997, Москва, Стремянный пер., д. 36, Россия

(✉) e-mail: radaykin@isetro.ru

Поступила в редакцию 18.06.2020

Подписана в печать 26.06.2020

Tatyana O. Tolstykh

Doctor of Economics Sciences, Professor,
Professor of the Department of Industrial
Management

National University of Science and Technology
(MISIS)

Leninskiy Ave 4, Moscow, 119049, Russia

(✉) e-mail: tt400@mail.ru

Aleksey G. Radaykin

Assistant of the Department of Industrial Economics
Plekhanov Russian University of Economics

Stremyanny Lane 36, Moscow, 117997, Russia

(✉) e-mail: radaykin@isetro.ru

Received 18.06.2020

Accepted 26.06.2020