



ЭКОНОМИКА

УДК 330.341.424

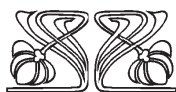
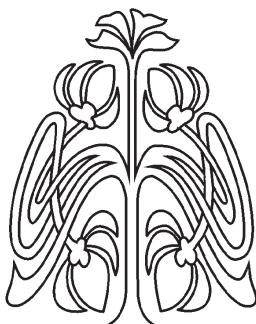
Цифровизация промышленных экономических систем: проблемы и последствия современных технологий

И. Л. Авдеева, А. В. Полянин, Т. А. Головина

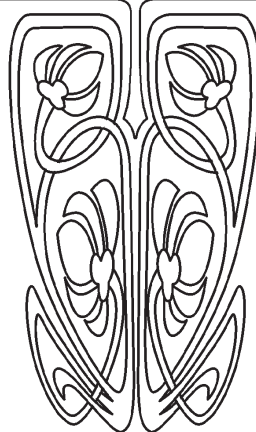
Авдеева Ирина Леонидовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и государственного управления, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС при Президенте РФ, Орел, i-avdeeva-i@yandex.ru

Полянин Андрей Витальевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и государственного управления, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС при Президенте РФ, Орел, polyanin.andrei@yandex.ru

Головина Татьяна Александровна, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС при Президенте РФ, Орел, golovina_t78@mail.ru



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Введение. Статья посвящена раскрытию сущности цифровой трансформации промышленности, которая, по мнению авторов, является ключом к построению экономики знаний и получению измеримых экономических результатов посредством внедрения сквозных технологий. **Теоретический анализ.** Выделены фундаментальные факторы, влияющие на повышение глобальной конкурентоспособности России в условиях осуществления ею технологического прорыва. Главными трендами современности являются огромный объем информации, с которым компаниям приходится иметь дело, быстрая смена бизнес-моделей, появление инновационных инструментов управления. Анализируются проблемы цифровизации промышленных экономических систем, для решения которых требуется адаптация компаний к новым реальностям. Именно цифровая трансформация может вывести компанию на новый уровень развития и эффективности бизнеса. В статье обосновано, что цифровая трансформация производства и связанных с ней традиционных отраслей промышленности является приоритетом для всех индустриальных стран, которые создали свои конкурентные преимущества во время промышленной революции XX века. **Результаты.** Обосновано, что цифровая трансформация производства должна быть направлена на повышение эффективности, производительности и конкурентоспособности отечественной промышленности на мировой арене. В настоящее время данная сфера экономики претерпевает масштабные изменения, вызванные внедрением интеллектуальных систем, способствующих сближению физического и цифрового миров. Эти обширные технологические изменения должны сопровождаться развитием принципиально новых бизнес-процессов на всех уровнях управления.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровизация промышленности, технологическое развитие, индекс цифровизации промышленности, промышленный интернет вещей.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-3-238-245>

Введение

Скорость, с которой происходят технологические изменения, постоянно растет. Стремительное развитие прорывных технологий бросает новые вызовы и глобальным лидерам цифровизации, и тем, кто уже вовлечен в процессы цифровой трансформации.

По мере того как мир становится все более цифровым, цифровые платформы превращаются в важный инструмент межотраслевой



трансформации, поскольку увеличивают эффективность цифровой экосистемы, способствуют установлению высокоскоростной и надежной связи, поддерживают процесс совместного создания продуктов и услуг организациями из разных стран и часовых поясов.

Применение цифровых платформ на так называемых «цифровых фабриках» революционизирует промышленное производство. Торговые площадки, базирующиеся на цифровых платформах, трансформируют не только рынок услуг, но и сельское хозяйство. Образовательные цифровые платформы дают возможность предоставлять сервисы учащимся всех возрастов и социальных групп.

В ряде сегментов отечественного рынка российские цифровые платформы сегодня доминируют, несмотря на конкуренцию со стороны глобальных гигантов. Некоторые российские компании стали мировыми лидерами. Российским директивным органам необходимо уделять особое внимание поощрению этой модели цифровой трансформации в различных отраслях экономики. Важно обеспечить правильный баланс между защитой национальных интересов, интересов потребителей и поддержкой роста цифровых платформ для получения цифровых дивидендов во всех сферах экономической деятельности, которые эти платформы поддерживают.

В то время как традиционная российская промышленность, за исключением нескольких ведущих предприятий, в целом отстает, с точки зрения проникновения цифровых технологий, в сфере предоставления услуг, особенно в сфере финансовых технологий (финтех), совершается стремительный скачок в цифровую эпоху. Россия должна использовать опыт лидеров в области внедрения цифровых технологий внутри страны, а также передовой международный опыт, чтобы помочь отстающим отраслям экономики и инвестировать в предпринимательство, инновации и повышение цифровых навыков.

Теоретический анализ

В целях повышения конкурентоспособности ключевых отраслей промышленности в России необходимо использовать существующие национальные инициативы «Технет» НТИ и «4.0 RU».

«Технет» НТИ – это дорожная карта Национальной технологической инициативы по развитию кросс-рыночного и кросс-отраслевого направления «Передовые производственные технологии», которое обеспечит конкурентоспособность отечественных компаний в высокотехнологичных отраслях промышленности (утверждена

14 февраля 2017 г. на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, проведенном Председателем Правительства РФ Д. А. Медведевым).

«Технет» – первая в рамках национальной технологической инициативы дорожная карта, разработанная для развития и эффективного применения «сквозных технологий», в первую очередь – новых производственных технологий.

Система «4.0 RU» – проект, направленный на создание единого цифрового пространства промышленности России под названием «4.0 RU», который курирует Минпромторг РФ при активном участии крупнейшего производителя отечественной станкостроительной отрасли компании «Стан», мирового лидера в сфере информационных технологий компании «Лаборатория Касперского», российской логистической компании НПП «ИТЭЛМА» и мирового лидера в области технологического производства компании Siemens.

Основой для построения единого цифрового пространства «4.0 RU» является комплексное внедрение цифровых технологий на всех этапах и уровнях промышленного производства. Формирование такой киберфизической среды обеспечивает возможность сокращения времени вывода новых продуктов на рынок, повышения степени гибкости производства, качества продукции, эффективности производственных процессов и в конечном счете – вывода промышленности страны на принципиально новый уровень.

В настоящее время существует несколько фундаментальных факторов, влияющих на цифровизацию и рост экономики (рис. 1).

Вовлечение частного сектора в партнерства по цифровой трансформации, стимулирование цифровой трансформации крупных доминирующих государственных предприятий (госкорпораций) по принципу «сверху вниз», укрепление связей с научным и исследовательским сообществом, выделение приоритетных ресурсов и создание благоприятного налогового регулирования для стимулирования инвестиций в цифровые технологии – это механизмы, способствующие максимальному использованию возможностей прорывных технологий.

На национальном уровне страны управляют этими изменениями посредством развертывания крупномасштабных программ, таких как Партнерство по передовому производству (Advanced Manufacturing Partnership) в Соединенных Штатах, Industry 4.0 в Германии, ГЧП «Фабрики Будущего» (Factories of the Future) в ЕС, «Сделано в Китае 2025» (Made in China 2025) и т. д.

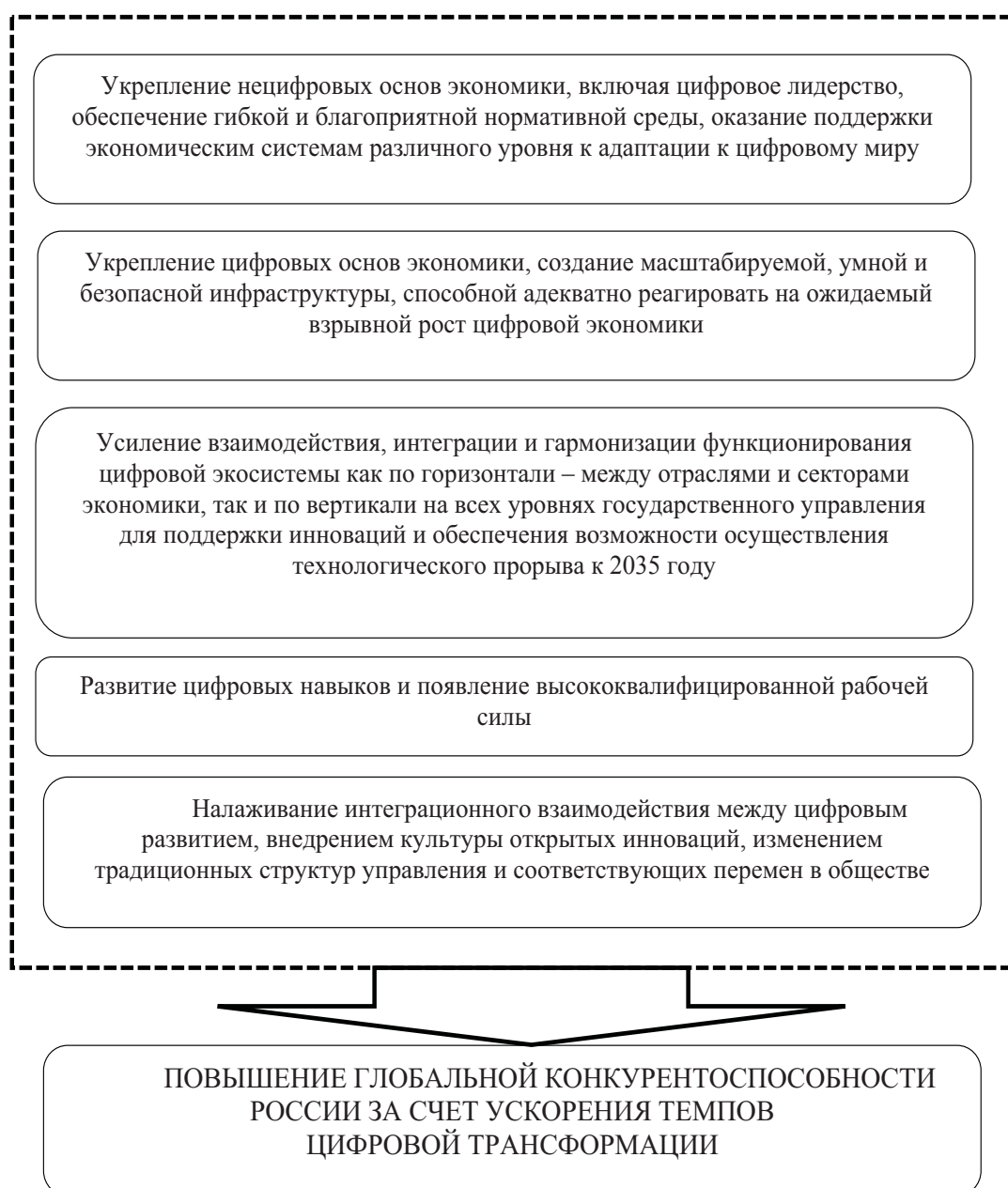


Рис. 1 Фундаментальные факторы, влияющие на повышение глобальной конкурентоспособности России в условиях осуществления ею технологического прорыва

Fig. 1. Fundamental factors affecting the enhancement of Russia's global competitiveness in the context of its technological breakthrough

На отраслевом уровне трансформация промышленности характеризуется минимизацией участия человека в производственном процессе и переходом к эффективному управлению на основе данных. Помимо широкого внедрения ERP-решений (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия), активно реализуются технологии, способствующие

трансформации традиционного производства в цифровое и характеризующиеся полной цифровой интеграцией производственных и логистических цепочек.

Эффективная практическая реализация системы подготовки инженерно-технических кадров невозможна без использования цифровой поддержки мониторинга и принятия решений и обеспечения



сетевого взаимодействия участников процесса подготовки кадров. В связи с этим многими исследователями осуществляется разработка методов цифровой поддержки мониторинга и принятия решений, обладающей потенциалом выявления базовых закономерностей и способностью прогнозирования развития системы подготовки кадров.

Ведущая позиция Германии в области обрабатывающей промышленности, производства оборудования и машиностроения позволила ей стать центром развития «Индустрии 4.0».

Научные исследования, разработка технологий производства и систем управления способствуют формированию нового подхода к индустриализации. Основные принципы «Индустрии 4.0» можно сформулировать следующим образом [1]:

1) функциональная совместимость. Киберфизические системы (носители обрабатываемых деталей, сборочных станций и продуктов), люди и «умные» производства должны иметь возможность общаться посредством «интернета вещей» и интернет-услуг;

2) виртуализация. «Умный» завод должен иметь виртуальную копию (так называемого

цифрового двойника), созданную посредством связывания данных от датчиков (получаемых в ходе мониторинга физических процессов) с виртуальными имитационными моделями производства;

3) децентрализация. Киберфизические системы должны быть способны принимать собственные решения в рамках «умных» производств;

4) функционирование в режиме реального времени. Сбор и анализ данных должны происходить в реальном времени с мгновенной выдачей результатов;

5) ориентация на услуги. Киберфизические системы, люди и «умные» заводы должны иметь возможность оказывать услуги через Интернет;

6) модульность. «Умным» заводам необходима гибкая адаптация к изменяющимся требованиям – путем замены или расширения отдельных модулей.

По данным McKinsey Global Institute 2016 рассчитывается индекс цифровизации промышленности MGI, который содержит 20 показателей для измерения цифровых активов, использования цифровых технологий, работников в каждой отрасли народного хозяйства (рис. 2) [2].



Рис. 2. Индекс цифровизации промышленности MGI, 2016

Fig. 2. Industrial Digitalization Index MGI, 2016



В IIoT (Industrial Internet of things) точно так же с помощью компьютерных сетей создается единое информационное пространство, к которому подключаются производственные объекты. Для этого на ключевые части оборудования устанавливаются датчики, исполнительные механизмы, контроллеры и человеко-машинные интерфейсы, информация с которых с помощью специального ПО или поставляется в удобном стандартизированном виде пользователям для удаленного контроля, анализа и принятия управленческих решений, или используется автоматизированными системами управления, работающими без участия человека [3].

В первом случае рост эффективности достигается за счет повышения уровня достоверности и полноты данных, которыми пользуются сотрудники самых разных подразделений, до этого разобщенных и относительно автономных. Полученная информация может быть использована, например, для предотвращения внеплановых простоев оборудования и аварийных ситуаций, перехода на «обслуживание по состоянию», ликвидации сбоев в управлении цепочками поставок. Во втором случае речь идет уже о достижении целевого уровня «Индустрии 4.0», т.е. о переходе на полностью автоматизированное цифровое производство, процессами в котором управляют «умные» устройства в режиме онлайн [4].

Сетевой контроль и управление производственным оборудованием, активами и ситуациями или контроль над производственным процессом приносят интернет вещей в сферу промышленного применения и интеллектуального производства. Интеллектуальные системы позволяют ускорить процесс производства новых продуктов, динамически реагировать на требования к продукции и производить оптимизацию производства и поставок товара в режиме реального времени с помощью сетевого оборудования, сенсоров, систем управления вместе взятых.

Актуальность подготовки инженерно-технических кадров, обладающих профессиональными компетентностями, соответствующими требованиям инновационного производства, программ и технологий, обусловлена важностью создания условий для [5]:

- целевой интенсивной подготовки инженерно-технических кадров в условиях цифровизации производства;

- непрерывного взаимодействия школ, исследовательских университетов и представителей производства в вопросах подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров, обеспечивающего непрерывность образования;

- появления на базе образовательных организаций и производств научно-технических площадок, лабораторий, бизнес-инкубаторов для создания инновационных коммерчески выгодных продуктов и эффективных производств на базе идей научно-исследовательских коллективов, вновь созданных предприятий и начинающих предпринимателей в целях развития цифровой экономики.

Цифровые системы управления, автоматизирующие процессы контроля, инструменты оператора и информационные системы обслуживания, оптимизирующие безопасность станций и заводов, относятся к компетенции интернета вещей [6].

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) – это концепция, описывающая соединение реальных объектов с виртуальным миром через сеть Интернет. В основе понятия интернета вещей лежит идея, что если масса реальных объектов будет связана через Интернет, то все подключенные системы будут коммутировать друг с другом и образуют тандем, который позволит сформировать новый пользовательский опыт от взаимной интеграции систем и устройств.

На этой идее основан промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT), где через сеть могут взаимодействовать как клиент с машинами, например, размещая индивидуальный заказ на производство, так и машины с машинами в процессе выполнения этого заказа. Такая интеграция позволяет решать поставленные задачи клиентом независимо и гибко.

Для обеспечения такого H2M (Human to Machine) и M2M (Machine to Machine) взаимодействия индустрия информационных технологий (ИТ) предлагает решения на базе облачных технологий [7].

Облачные технологии представлены набором сервисов, которые удаленно предоставляют клиентам (как человеку, так и машине) определенный спектр ресурсов и услуг. Облачные технологии позволяют объединить распределенные объекты в единое информационное пространство, что является необходимым условием организации гибких производств [8].

Но в то же время промышленный интернет вещей распространяется и на управление активами с помощью профилактического обслуживания, статистической оценки и измерений для обеспечения максимальной надежности.

Интеллектуальные промышленные системы управления также могут быть интегрированы с умными сетями электроснабжения (SmartGrid), что позволяет оптимизировать энергопотребление в реальном времени. Измерения, оптимиза-



ция оборудования, автоматизированные системы управления, обеспечение безопасности и жизнеобеспечения и другие функции реализуются огромным количеством сетевых датчиков [9].

Национальный научный фонд (National Science Foundation) в 2001 г. основал научно-исследовательский центр по интеллектуальным системам технического обслуживания (IMS) с целью исследования технологии прогнозирующей аналитики для мониторинга подключенных машин и определения сроков деградации оборудования и последующего предотвращения потенциальных отказов. Видение достижения практически нулевого отказа оборудования с использованием прогнозирующей аналитики на базе интернета вещей привело к дальнейшему развитию электронного производства и электронного обслуживания.

Термин ПИВ (промышленный интернет вещей) все чаще встречается в области обрабатывающей промышленности, подразумевая ту часть интернета вещей, которая связана с промышленностью. ПИВ в промышленной области, вероятно, будет иметь такое большое значение для бизнеса, что в конечном итоге приведет к четвертой промышленной революции, так называемой индустрии 4.0. Прогнозируется, что в будущем успешные компании смогут увеличивать свой доход с помощью интернета вещей, создавая новые бизнес-модели и повышая продуктивность, используя аналитику для инноваций, и преобразования рабочей силы. Потенциал роста путем внедрения ПИВ принесет 12 трлн долл. мирового ВВП к 2030 г. [9].

Хотя подключение и сбор данных являются ключевыми функциями ПИВ, они не должны быть целью, а лишь основой для достижения чего-то большего. Среди всех технологий профилактическое обслуживание, вероятно, является «легким выигрышем», так как оно применимо к существующим активам и системам управления. Цель интеллектуальных систем технического обслуживания – сократить время простоя и увеличить производительность. Одно это сразу же уменьшит расходы на техническое обслуживание на 30% [9].

Промышленная крупномасштабная аналитика данных будет играть ключевую роль в обеспечении интеллектуального профилактического обслуживания, но это не единственная возможность «промышленных больших данных» [10].

Киберфизические системы являются основной технологией промышленных больших данных и будут представлять собой интерфейс между человеческим и кибермиром. Такие системы могут быть спроектированы с использова-

нием архитектуры 5C (соединение (connection), преобразование (conversion), кибер (cyber), познание (cognition), конфигурация (configuration)), и она преобразует собранные данные в информацию, с которой можно работать, и в конечном счете смешается с физическими активами для оптимизации процесса. Такая интеллектуальная система была продемонстрирована Научно-исследовательским центром NSF интеллектуальных систем технического обслуживания (IMS) при университете Цинциннати на примере ленточной пилы в Чикаго в 2014 г. Ленточнопильные станки не всегда дорогостоящие, но затраты на ленточные пилы огромны, так как данное оборудование изнашивается очень быстро. Однако без применения интеллектуальной аналитики определить время фактической поломки ленточной пилы можно только на опыте. Разработанная прогнозирующая система сможет распознавать и отслеживать износ ленточных пил даже при изменяющихся начальных условиях так, чтобы пользователи могли получать информацию о лучшем времени замены ленточной пилы практически в реальном времени. Это значительно повысит удобство работы и безопасность оператора, а также сэкономит затраты на замену ленточных пил до их фактического разрыва. Разработанные аналитические алгоритмы были реализованы посредством облачных серверов и были доступны через Интернет и на мобильных устройствах.

Результаты

Цифровизация промышленных экономических систем приобретает разнообразные формы проявления. Большинство промышленных предприятий уже сейчас имеют высокую степень автоматизации производственных процессов. Некоторые из них даже строят дата-центры, внедряют облачные решения и современные технологии хранения и обработки данных.

Проведенное исследование позволило сделать вывод о том, что любая трансформация требует пристального внимания руководства, выделения лучших ресурсов и формирования позитивного имиджа компании, способного объединять персонал. Для цифровой трансформации также необходимы определенные компетенции действующих сотрудников наряду с созданием новых рабочих мест для специалистов, ответственных за сбор и анализ производственной информации.

Чем раньше начнется трансформация, тем больше потерь в производственном процессе – от сырья до конечного продукта – сможет выявить компания. Ранее недоступные решения по усо-



вершенствованию производственных процессов могут стать закономерными, что в конечном итоге приведет к общему улучшению показателей эффективности бизнеса.

Быстрое развитие и более широкое использование цифровых технологий в промышленности требуют дальнейшей модернизации действующей нормативно-правовой базы. Уточнение и, возможно, корректировка законодательной основы имеют важное значение для создания необходимого доверия и правовой определенности для промышленности.

Цифровые технологии развиваются так быстро, что правовые рамки необходимо постоянно контролировать для убеждения в том, что они остаются с учетом технологического развития. Также в перспективе требуется решение вопросов кибербезопасности деятельности промышленных систем. Защита данных должна стать важным принципом для стимулирования предприятий к инновациям и разработке новых идей, методов и технологий безопасности и защиты персональных данных.

Список литературы

1. Цифровизация, промышленный интернет вещей и Индустрия 4.0. Кратко // Neftegaz.RU. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/menedzhment/142438-tsifrovizatsiya-promyshlennyy-internet-veshchey-i-industriya-4-0-kratko> (дата обращения: 02.03.2019).
2. *Woetzel J.* Bridging global infrastructure GAPS. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Bridging%20global%20infrastructure%20gaps/Bridging-Global-Infrastructure-Gaps-Full-report-June-2016.ashx> (дата обращения: 02.03.2019).
3. *Koch V., Kuge S., Dr. Reinhard Geissbauer, Schrauf S.* Industry 4.0 and Opportunities and Challenges of the Industrial Internet. Strategy& PwC, 2014. 52 p.
4. Промышленный интернет вещей в России. Исследование TAdviser и ГК «Ростех» // TAdviser. Государство. Бизнес. IT. URL: <http://www.tadviser.ru> (дата обращения: 02.03.2019).
5. *Самостроенко Г. М., Сулима Е. П.* «Цифровое» наследие как фактор развития предпринимательства в области защиты персональных данных // Среднерусский вестник общественных наук. 2017. Т. 12, № 1. С. 252–258. DOI: 10.12737/24800
6. *Парахина Л. В.* Анализ зарубежных высокотехнологичных рынков // Проблемы и тенденции развития функционального и отраслевого менеджмента в условиях современной экономики : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. Орел, 2017. С. 192–197.
7. Industrial Internet of Things – IIoT // TAdviser. Государство. Бизнес. IT. URL: <http://www.tadviser.ru> (дата обращения: 02.03.2019).
8. *Hunt J., McManus A. G.* Key Java : Advanced Tips and Techniques. Springer Science & Business Media, 2013. 331 p.
9. *Сергеева О. Ю.* «Индустрия 4.0» как механизм формирования «умного производства» // Нанотехнологии в строительстве. 2018. Т. 10, № 2. С. 100–113. DOI: 10.15828/2075-8545-2018-10-2-100-113
10. *Кузьмина Н. Н., Ананченкова П. И.* Четвертая промышленная революция : глобальные вызовы и перспективы цифровизации. Часть 1. Цифровизация как основа четвертой промышленной революции // Труд и социальные отношения. 2018. Т. 29, № 2. С. 5–14. DOI: 10.20410/2073-7815-2018-29-2-5-14

Образец для цитирования:

Авдеева И. Л., Полянин А. В., Головина Т. А. Цифровизация промышленных экономических систем: проблемы и последствия современных технологий // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2019. Т. 19, вып. 3. С. 238–245. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-3-238-245>

Industrial Economic Systems' Digitalization: Problems and Consequences of Modern Technologies

I. L. Avdeeva, A. V. Polyandin, T. A. Golovina

Irina L. Avdeeva, <https://orcid.org/0000-0002-4357-7809>, Central Russian Institute of Management – Branch of RANEPА, 5A Boulevard Pobedy, Orel 302028, Russia, i-avdeeva-i@yandex.ru

Andrey V. Polyandin, <https://orcid.org/0000-0003-1158-6898>, Central Russian Institute of Management – Branch of RANEPА, 5A Boulevard Pobedy, Orel 302028, Russia, polyandin.andrei@yandex.ru

Tatyana A. Golovina, <https://orcid.org/0000-0001-9258-4100>, Central Russian Institute of Management – Branch of RANEPА, 5A Boulevard Pobedy, Orel 302028, Russia, golovina_t78@mail.ru

Introduction. The article is devoted to the disclosure of the essence of the industry's digital transformation, which, according to the authors, is the key to building an economy of knowledge and obtaining measurable economic results by introducing cross-cutting technologies. **Theoretical analysis.** The fundamental factors influencing the increase of Russia's global competitiveness in the context of its technological breakthrough are highlighted. The main modern trends are the huge amount of information that companies have to deal with, the rapid change of business models, the emergence of innovative management tools. The problems of industrial economic systems' digitalization are analyzed, for the solution of which the adaptation of companies to new realities is required. It is digital transformation that can take the company to a new level of development and business efficiency. The article substantiates that the digital transformation of production and the legacy industries connected with it is a priority for all industrialized countries that have created their competitive advan-



tages during the industrial revolution of the 20th century. **Results.** It is proved that the digital transformation of production should be aimed at improving the efficiency, productivity and competitiveness of domestic industry in the world arena. Currently, this sector of the economy is undergoing major changes caused by the introduction of intelligent systems that promote the convergence of the physical and digital worlds. These extensive technological changes should be accompanied by the development of fundamentally new business processes at all levels of management.

Keywords: digital economy, industry digitalization, technological development, industry digitalization index, industrial Internet of things.

References

1. Digitalization, industrial internet of things and Industry 4.0. Briefly. *Neftegaz.RU*. Available at: <https://neftegaz.ru/tech-library/menedzhment/142438-tsifrovizatsiya-promyshlennyy-internet-veshchey-i-industriya-4-0-kratko> (accessed 2 March 2019) (in Russian).
2. Woetzel J. *Bridging global infrastructure GAPS*. Available at: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Bridging%20global%20infrastructure%20gaps/Bridging-Global-Infrastructure-Gaps-Full-report-June-2016.ashx> (accessed 2 March 2019).
3. Koch V., Kuge S., Dr. Reinhard Geissbauer, Schrauf S. *Industry 4.0 and Industrial Internet*. Strategy & PwC, 2014. 52 p.
4. Industrial Internet of Things in Russia. Study Tadviser and GC «Rostec». *TAdviser: State. Business. IT*. Available at: <http://www.tadviser.ru> (accessed 2 March 2019) (in Russian).
5. Samostroenko G. M., Sulima E. P. “Digital” Inheritance as a Factor of Development of Entrepreneurship in the Sphere of Protecting Personal Data. *Central Russian Journal of Social Sciences*, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 252–258. DOI: 10.12737/24800 (in Russian).
6. Parahina L. V. Analysis of foreign high-tech markets. *Problemy i tendentsii razvitiya funktsional'nogo i otraslevogo menedzhmenta v usloviyakh sovremennoi ekonomiki* [Problems and trends in the development of functional and sectoral management in the modern economy. Proc. of the XII Int. sci. and pract. conf.]. Orel, 2017, pp. 192–197 (in Russian).
7. Industrial Internet of Things – IIoT. *TAdviser: State. Business. IT*. Available at: <http://www.tadviser.ru> (assessed 2 March 2019) (in Russian).
8. Hunt J., McManus A. G. *Key Java: Advanced Tips and Techniques*. Springer Science & Business Media, 2013. 331 p.
9. Sergeeva O. Yu. “Industry 4.0” as a mechanism for formation of “Smart production”. *Nanotekhnologii v stroitel'stve* [Nanotechnologies in Construction], 2018, vol. 10, no. 2. pp. 100–113 (in Russian). DOI: 10.15828/2075-8545-2018-10-2-100-113
10. Kuzmina N. N., Ananchenkova P. I. The Fourth Industrial Revolution: Global Challenges and Prospects for Digitalization. Part 1. Digitalization as the Basis of the Fourth Industrial Revolution. *Trud i sotsial'nye otnosheniya* [Labor and Social Relations], 2018, vol. 29, no. 2, pp. 5–14 (in Russian). DOI 10.20410/2073-7815-2018-29-2-5-14

Cite this article as:

Avdееva I. L., Polyaniin A. V., Golovina T. A. Industrial Economic Systems' Digitalization: Problems and Consequences of Modern Technologies. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2019, vol. 19, iss. 3, pp. 238–245 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-3-238-245>