

Шинкевич Алексей Иванович

д-р экон. наук, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-1881-4630

e-mail: ashinkevich@mail.ru

Кудрявцева Светлана Сергеевна

д-р экон. наук, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-2467-8874

e-mail: sveta516@yandex.ru

Шинкевич Марина Владимировна

д-р экон. наук, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-2808-4272

e-mail: leotau@mail.ru

Shinkevich Alexey

Doctor of Economic Sciences, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

ORCID: 0000-0002-1881-4630

e-mail: ashinkevich@mail.ru

Kudryavtseva Svetlana

Doctor of Economic Sciences, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

ORCID: 0000-0002-2467-8874

e-mail: sveta516@yandex.ru

Shinkevich Marina

Doctor of Economic Sciences, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

ORCID: 0000-0002-2808-4272

e-mail: leotau@mail.ru

ТЕНДЕНЦИИ БИЗНЕС-РЕШЕНИЙ В РАЗВИТИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Описаны основные тенденции и представлены системные характеристики интеллектуального производства: кастомизация продукции, интеграция продукта и услуги, которую он предоставляет, переход к комплексным решениям и обслуживанию, массовая персонификация при сокращении удельного веса затрат на единицу выпускаемой продукции и времени ожидания заказа клиентом. Выявлены ключевые составляющие трансформации бизнес-моделей управления в условиях четвертой промышленной революции. Проведен кросскорреляционный и регрессионный анализ для индикаторов высокотехнологичного производства. Построен базовый, оптимистичный и пессимистичный прогноз изменения доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в валовом внутреннем продукте в зависимости от прироста высокопроизводительных рабочих мест. Представленный в статье анализ развития интеллектуального производства, а также результаты моделирования могут быть использованы при построении прогнозных трендов экономики в условиях перехода к четвертой промышленной революции.

Ключевые слова: аддитивное производство, бизнес-модель, высокопроизводительные рабочие места, высокотехнологичная продукция, интеллектуальное производство, моделирование, модель управления, наукоемкая продукция, четвертая промышленная революция.

Цитирование: Шинкевич А.И., Кудрявцева С.С., Шинкевич М.В. Тенденции бизнес-решений в развитии интеллектуального производства // Вестник университета. 2020. № 8. С. 41–47.

BUSINESS DECISION TRENDS IN THE INTELLECTUAL PRODUCTION DEVELOPMENT

Abstract. The main trends have been described and the system characteristics of intellectual production have been presented: customization of products, integration of the product and the service it provides, the transition to integrated solutions and services, mass personification while reducing the share of costs per unit of output and customer waiting time for an order. The key components of the transformation of business management models in the fourth industrial revolution have been identified. Cross-correlation and regression analysis for indicators of high-tech production have been made. A basic, optimistic and pessimistic forecast of changes in the share of high-tech and technology products in the gross domestic product, depending on the growth of high-performance jobs, has been built. The analysis of the development of intellectual production presented in the article, as well as the results of modeling can be used in the construction of forecast trends of the economy in the transition to the fourth industrial revolution.

Keywords: additive production, business model, fourth industrial revolution, high-performance jobs, high-tech products, intellectual production, management model, modeling, technology products.

For citation: Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Shinkevich M.V. (2020) Business decision trends in the intellectual production development. *Vestnik universiteta*. 1. 8, pp. 41–47. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-8-41-47

Благодарности. Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-2600.2020.6.

Acknowledgements. The study was performed in the framework of the grant of the President of the Russian Federation for state support of leading scientific schools of the Russian Federation No. NSH-2600.2020.6.

© Шинкевич А.И., Кудрявцева С.С., Шинкевич М.В., 2020. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2020. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Развертывание четвертой промышленной революции, развитие интеллектуальных систем предопределили изменение технологий управления в реальном секторе экономики. Возникающие новые экономические реалии, связанные с индивидуализацией параметров товара, сведение к минимуму числа посредников транзакций, изменение модели потребления ставят перед производством новые вызовы: формирование нового видения бизнес-моделей, модификация бизнес-процессов и создание новых условий труда. Объем мирового рынка интеллектуальных систем превышает 16 млрд долл. США. Российский рынок интернета вещей оценивается в 3,7 млрд долл. США, что составляет менее 1 % от общемирового объема, однако потенциал его роста с каждым годом усиливает свои позиции, что определяет актуальность трансформации существующих бизнес-решений в связи с развитием интеллектуального производства.

Цель статьи заключается в систематизации основных тенденций интеллектуализации реального сектора экономики и прогнозировании трендов изменения высокотехнологичного и наукоемкого производства в контексте макроэкономической динамики. Исходя из цели, задачи статьи сводятся к следующим: описание тенденций и представление системных характеристик интеллектуального производства; выявление ключевых составляющих трансформации бизнес-моделей управления в условиях четвертой промышленной революции; проведение кросскорреляционного и регрессионного анализа для индикаторов высокотехнологичного производства.

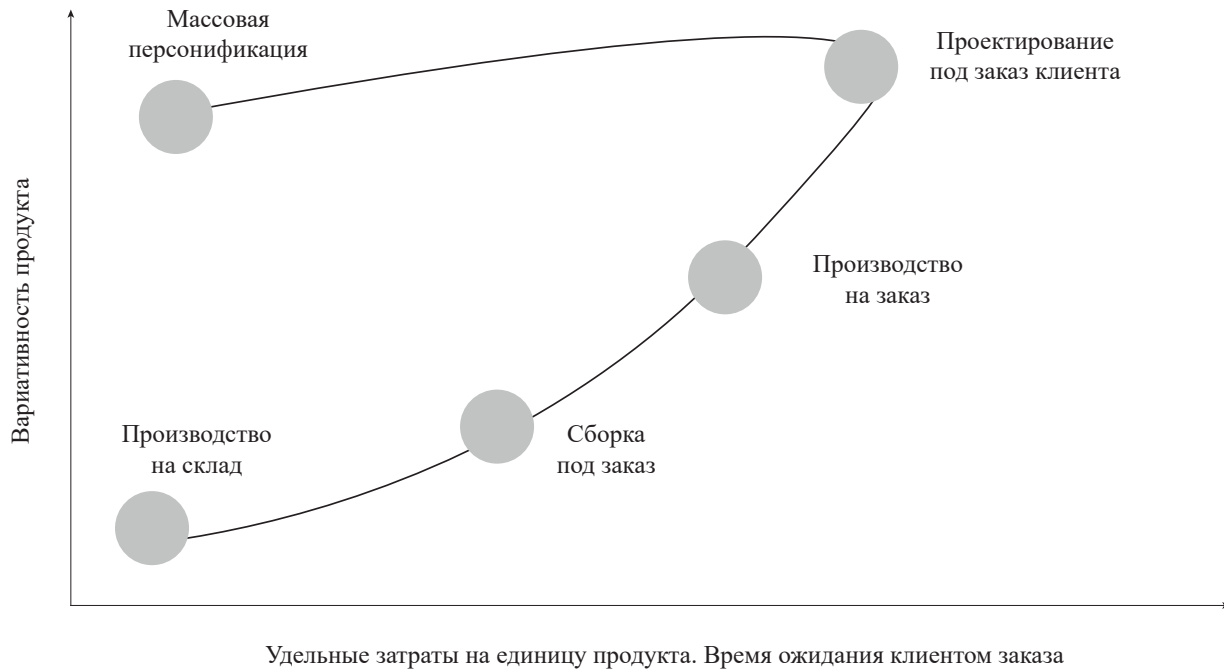
Вопросы изучения интеллектуального производства в условиях формирования четвертой промышленной революции находят отражение в трудах российских и зарубежных исследователей, в частности такие его аспекты, как аддитивное производство, создание многофункциональных материалов, аддитивные технологии в отраслях экономики, биопринтерные технологии, влияние аддитивного производства на затраты в цепи поставок готовой продукции, компьютерное моделирование производственных процессов, цифровизация производства и внедрение новых моделей управления инновациями в российской экономике и др. [1; 2; 3; 4; 9; 10; 11; 12; 13; 14]. Однако стремительное развитие научно-технического прогресса требует постоянного дополнения в изучении специфики и совершенствования бизнес-моделей управления интеллектуальным производством.

Основу четвертой промышленной революции составляют цифровые технологии, из которых приоритет отдается «сквозным»: нейротехнологии, искусственный интеллект, большие данные, технологии виртуальной реальности и беспроводной связи, квантовые технологии, промышленный интернет, робототехника и сенсорика, технологии распределенного реестра и т. д. Данные процессы трансформируют производственную систему, ключевые изменения которой связаны с переходом от массового производства к производству продукта по индивидуальному заказу клиента, от предприятий полного цикла к концентрации на конкурентных преимуществах в цепи поставок продукции. Соответственно, изменение организации производства требует модификации и совершенствования бизнес-моделей, основными трендами которых будут переход к контрактам жизненного цикла и интегрированной логистической поддержке продукта, который приобретает черты не только материального блага, но и услуги. В настоящее время потребителями приобретаются не столько сами товары, сколько услуги, которые данные товары в себя включают: аренда жилья, каршеринг и т. п. Переход от поставщика собственного товара к интегратору комплексной поставки и предложению комплексных решений по обслуживанию клиента вызывают изменения в позиционировании производителя товара. В перспективе все это приведет к изменениям кривой жизненного цикла продукта, которая будет представлять собой «боковую параболу», при движении по которой от производства на склад, с низкой вариативностью продукта и низкими удельными затратами на единицу продукта и времени ожидания клиента до проектирования под заказ клиента с высокой вариативностью и удельными затратами на единицу продукта, произойдет смещение к массовой персонификации с высокой вариативностью продукта при низких удельных затратах на единицу продукции и времени ожидания клиентом. Субъекты хозяйствования, способные предоставить продукт и сопутствующую ему услугу в условиях массовой персонификации, будут иметь конкурентное преимущество (см. рис. 1).

Таким образом, к ключевым трендам интеллектуального производства могут быть отнесены:

- проектирование продукта под стоимость, согласно требованиям заказчика;
- индивидуализация производства;
- замена физических экспериментов математическим моделированием;
- распространение использования цифровых двойников для изучения и совершенствования свойств продукта;
- привлечение клиентов к процессу разработки и создания продукта;

- минимизация звеньев цепи поставок и посредников в доведении готового продукта до конечного потребителя;
- усиление диверсификации продуктового ряда, в том числе услуг;
- локация производства в местах использования конечного продукта, сокращение складских запасов;
- массовая кастомизация продуктов и услуг под потребности заказчика.



Источник: [7]

Рис. 1. Трансформация жизненного цикла продукта

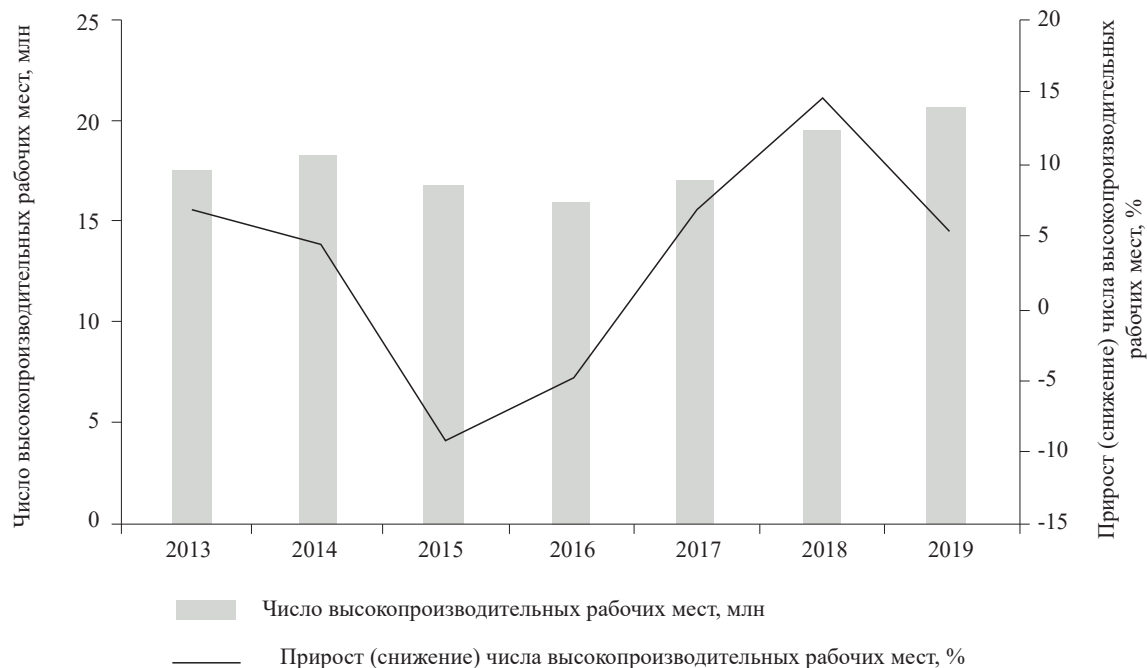
Среди инновационных технологий, применяемых в сфере интеллектуального производства, можно выделить следующие:

- умные заводы и фабрики;
- 3D-технологии в изготовлении продукции;
- 4D-технологии печати;
- умные рабочие места;
- программное обеспечение по управлению производственным циклом – MES-системы;
- APS-системы построения производственных графиков;
- бережливое производство;
- аддитивное производство;
- ЧПУ-станки;
- оптимизированная производственная технология – системы OPT;
- модульное производство.

Основой четвертой промышленной революции станут киберфизические технологии. Суть этих технологий заключается в объединении виртуального пространства с физическими объектами. Многочисленные программы будут работать на базе искусственного интеллекта, способного не только выполнять четко определенный алгоритм действий, но и использовать данные, поступающие с различных источников, для своевременного изменения характера работы.

Интеллектуальное производство – основа для прироста продукции высокотехнологичных и наукоемких секторов экономики. В России удельный вес высокотехнологичных и наукоемких производств составляет в среднем 21 %, при этом максимальное значение показателя фиксировалось в 2017 г. – 21,8 %, в 2019 г. – 21,6 %. Индекс производства по высокотехнологичным секторам экономики составил в 2018 г. 100,2 %, в 2019 г. – 109,8 %, в 1 квартале 2020 г. – 103,2 % [5].

В условиях развития интеллектуального производства предъявляются новые требования к качеству человеческого капитала, к компетенциям, знаниям и навыкам работы персонала. Способность освоить и управлять высокотехнологичным производством формируют основу конкурентоспособности кадров на рынке труда. Число высокопроизводительных рабочих мест ежегодно увеличивается с 17,5 млн в 2013 г. до 20,7 млн в 2019 г. В среднем за 2012-2019 гг. ежегодный темп прироста показателя составлял 4,7 %, в 2019 г. относительно 2018 г. – 5,6 %, что в абсолютном выражении исчислялось в 1 094,4 тыс. рабочих мест (рис. 2) [5].



Составлено авторами по материалам исследования и источника [5]

Рис. 2. Динамика числа высокопроизводительных рабочих мест за 2013-2019 гг.

Наибольшую долю в структуре высокопроизводительных рабочих мест составляли следующие виды экономической деятельности: обрабатывающие производства – 20,6 %, ритейл – 10,7 %, обеспечение военной безопасности – 9,5 %, транспортировка и хранение – 9,1 %, научная и техническая деятельность – 7,3 % [5].

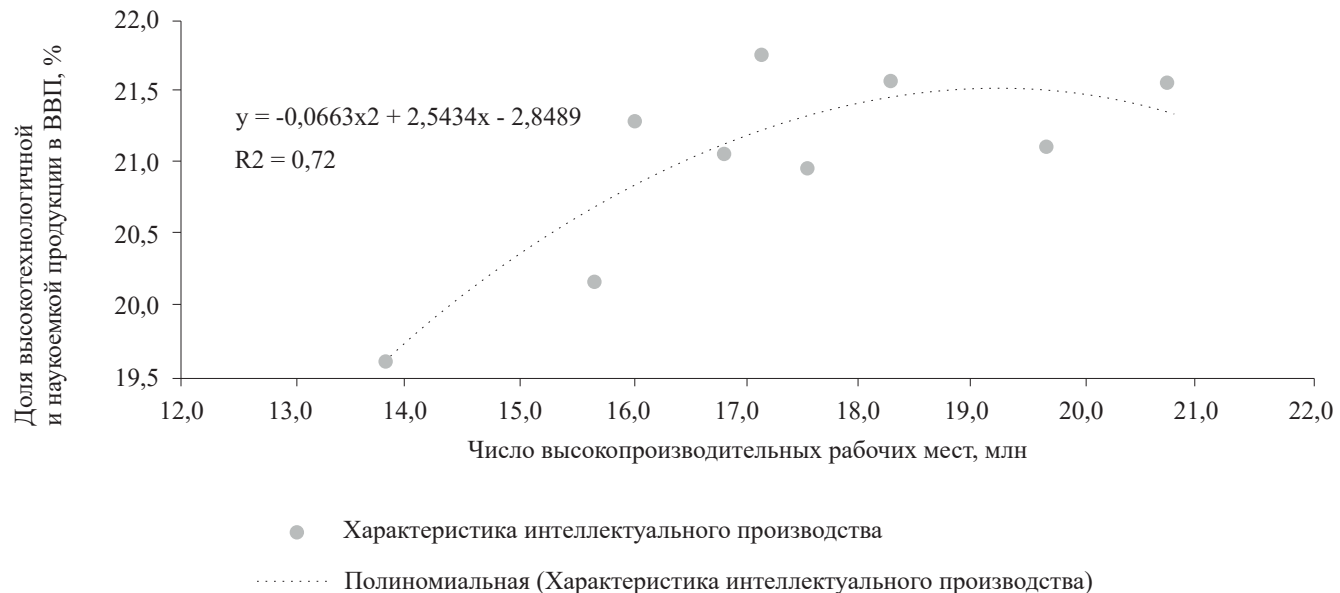
К основным трендам в управлении кадрами в условиях развития интеллектуального производства относятся:

- роботизация производственных цехов с заменой рутинных операций, выполняемых человеком, промышленными роботами и коботами;
- изменение условий труда, связанных с повышением промышленной безопасности и защиты окружающей среды;
- изменение трудовых отношений в сторону смещения к виртуальным рабочим местам и работе «по запросу», аутстаффингу персонала и гибкому графику работы.

При трансформации рынка труда в условиях интеллектуального производства более всего ощутимые изменения, связанные с выбытием рабочих мест, коснутся специалистов со средним уровнем компетенций и навыков – «синие воротнички». Потенциал полной автоматизации в настоящий момент может быть реализован только в 5 % профессий. В настоящее время, по оценке экспертной группы Digital McKinsey, в России на 10 тыс. работников приходится 3 промышленных робота; для сравнения: в мире – 69, в странах-лидерах по цифровизации экономики – свыше 100 [6; 8]. Удельный вес России на мировом рынке промышленных роботов составляет четверть процента, ключевыми игроками здесь являются Китай (27 %), Южная Корея (15 %), Япония (14 %) и Северная Америка [15].

В целях определения влияния высокопроизводительных рабочих мест на увеличение доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в валовом внутреннем продукте (далее – ВВП) был проведен кросскорреляционный и регрессионный анализ. В результате моделирования было установлено, что временной лаг

между приростом высокопроизводительных рабочих мест и долей высокотехнологичной и наукоемкой продукции в ВВП отсутствует. Статистически значимый коэффициент парной корреляции составил 0,71 при уровне значимости 0,03 (р-значение менее 0,05). Следовательно, наблюдается положительная синхронная связь между этими показателями. Построение регрессионной модели позволило установить, что между изучаемыми индикаторами, характеризующими развитие интеллектуального производства, наблюдается нелинейная зависимость, выраженная в виде полиномиального тренда, при этом снижение доли продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП, которое отмечалось после 2017 г. при одновременном росте доли высокопроизводительных рабочих мест привело к изменению траектории ветвей параболы, описывающей взаимосвязь между показателями и присутствию в модели отрицательного коэффициента эластичности (рис. 3). Коэффициент детерминации модели является высоким – 0,72, коэффициенты эластичности статистически значимы (р-значение менее 0,1).



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 3. Полиномиальная модель характеристик интеллектуального производства

С учетом построенной модели при нивелировании других параметров, характеризующих экономику интеллектуального производства, был построен прогноз изменения доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в ВВП в зависимости от изменения числа высокопроизводительных рабочих мест. Примем во внимание, что в 2017-2019 гг. средние темпы роста составляли 109 %, был построен прогноз прироста показателя на период до 2024 г. и далее на основе модели определены наиболее вероятные (базовые) значения для изменения доли высокопроизводительных рабочих мест под влиянием данного фактора (при неизменности других характеристик системы), а также в рамках границ доверительного интервала (+/- 5%) оптимистичный и пессимистичный варианты (табл. 1).

Таблица 1

**Прогноз доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в ВВП
в зависимости от изменения числа высокопроизводительных рабочих мест**

Год	Прогноз числа высокопроизводительных рабочих мест, млн	Прогноз доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в ВВП, %		
		базовый сценарий	оптимистичный сценарий	пессимистичный сценарий
2020	22,6	22,7	23,8	21,6
2021	24,6	23,5	24,7	22,3

Год	Прогноз числа высокопроизводительных рабочих мест, млн	Прогноз доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в ВВП, %		
		базовый сценарий	оптимистичный сценарий	пессимистичный сценарий
2022	26,8	24,4	25,6	23,2
2023	29,3	25,5	26,8	24,2
2024	31,9	26,8	28,2	25,5

Составлено авторами по материалам исследования

Таким образом, при росте числа высокопроизводительных рабочих мест до 22,6 млн в 2020 г. и до 31,9 млн в 2024 г., по базовому сценарию доля высокотехнологичной и наукоемкой продукции в ВВП увеличится с 22,7 % до 26,8 %. Подчеркнем, что данное изменение рассчитано при неизменности других параметров в развитии системы интеллектуального производства. Следовательно, прирост высокопроизводительных рабочих мест обеспечит увеличение доли наукоемкой продукции на 5,3 %.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Трансформация моделей управления в условиях развития интеллектуального производства будет связана с такими составляющими бизнес-решений, как цепи поставок, фабрики будущего и умное производство, интеллектуализация производственных процессов, замена физических экспериментов и тестов моделированием, в том числе с использованием цифровых двойников, изменение критериев позиционирования производителей и товаров.

2. Ключевыми характеристиками интеллектуального производства в среднесрочной перспективе будут являться: кастомизация продукции, интеграция продукта и услуги, которую он предоставляет, переход к комплексным решениям и обслуживанию, массовая персонификация при сокращении удельного веса затрат на единицу выпускаемой продукции и времени ожидания заказа клиентом.

3. Повышение требований к промышленной безопасности и снижению негативного воздействия на окружающую среду в процессе производства, использования и рециклинга сырья, материалов и готовой продукции;

4. Изменение моделей управления человеческим капиталом с виртуализацией рабочих мест, гибкой занятостью при росте уровня производительности труда, его технологичности и наукоемкости.

Представленный в статье анализ развития интеллектуального производства, а также результаты моделирования могут быть использованы при построении прогнозов трендов экономики в условиях перехода к четвертой промышленной революции.

Библиографический список

1. Брижак, О. В. Концептуальные основы институциональной экономики: корпорации, государство, инновации // Горизонты экономики. – 2015. – № 4 (23). – С. 15-21.
2. Плотников, В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – №4 (112). – С. 16-24.
3. Шинкевич, А. И., Барсегян, Н. В. Роль Национальной технологической инициативы в развитии научной и инновационной деятельности // Управление устойчивым развитием. – 2018. – № 1 (14). – С. 16-23.
4. Шинкевич, А. И., Кудрявцева, С. С. Управление открытыми национальными инновационными системами в экономике знаний: монография. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. – 204 с.
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gks.ru](http://gks.ru) (дата обращения: 21.06.2020).
6. Промышленная робототехника в России и мире // Национальная Ассоциация Участников Рынка Робототехники [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://robotunion.ru/images/files/rar_industrial_robotics.pdf (дата обращения: 15.06.2020).
7. Университетский Альянс SAP // SAPLand [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sapland.ru/partners/sap-cis/sap-university-alliances/o-sap-university-alliances.html> (дата обращения: 21.06.2020).
8. Цифровая Россия: новая реальность // McKinsey & Company (Россия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mckinsey.com/ru/~/_media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.pdf (дата обращения: 21.06.2020).

9. Emelogu, A., Marufuzzaman, M., Bian, L., Thompson, S. M., Shamsaei, N. Additive manufacturing of biomedical implants: A feasibility assessment via supply-chain cost analysis // Additive Manufacturing. – 2016. – No. 11. – Pp. 97-113.
10. Fleck, T. J., Murray, A. K., Gunduz, I. E., Chiu, G. T. C., Rhoads, J. F. Additive manufacturing of multifunctional reactive materials // Additive Manufacturing. – 2017. – No. 17. – Pp. 76-182.
11. Lindgren, L. E., Lundbäck, A., Fisk, M., Pederson, R., Andersson, J. Simulation of additive manufacturing using coupled constitutive and micro-structure models // Additive Manufacturing. – 2016. – No. 12. – Pp. 144-158.
12. Liravi, F., Toyserkani, E., Darleux, R. Additive manufacturing of 3D structures with non-Newtonian highly viscous fluids: Finite element modeling and experimental validation // Additive Manufacturing. – 2017. – No. 13. – Pp. 113-123.
13. Ozbolat, I. T., Moncal, K. K., Gudapati, H. Evaluation of bioprinter technologies // Additive Manufacturing. – 2017. – No. 13. – Pp. 179-200.
14. Savon, D. Y., Aleksakhin, A. V., Skryabin, O. O., Goodilin, A. A. Occupational health and safety digitalization in the coal industry // Eurasian mining. – 2019. – No. 2 (32). – Pp. 70-72.
15. World Robotics Industrial Robots // International Federation of Robotics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ifr.org/worldrobotics> (дата обращения: 21.06.2020).

References

1. Brizhak O. V. Kontseptual'nye osnovy institutsional'noi ekonomiki: korporatsii, gosudarstvo, innovatsii [*Conceptual foundations of institutional economics: corporations, state, innovations*]. Gorizonty ekonomiki, 2015, no. 4 (23), pp. 15-21.
2. Plotnikov V. A. Tsifrovizatsiya proizvodstva: teoreticheskaya sushchnost' i perspektivy razvitiya v rossiiskoi ekonomike [*Digitalization of production: theoretical essence and development prospects in the Russian economy*]. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Journal of the St. Petersburg State University of Economics], 2018, no. 4 (112), pp. 16-24.
3. Shinkevich A. I., Barsegyan N. V. Rol' Natsional'noi tekhnologicheskoi initsiativy v razvitii nauchnoi i innovatsionnoi deyatelnosti [*The role of the National Technology Initiative in the development of scientific and innovative activities*]. Upravlenie ustoychivym razvitiem, 2018, no. 1 (14), pp. 16-23.
4. Shinkevich A. I., Kudryavtseva S. S. Upravlenie otkrytymi natsional'nymi innovatsionnymi sistemami v ekonomike znanii [*Managing open national innovation systems in the knowledge economy*]. Kazan, Kazanskii natsional'nyi issledovatel'skiy tekhnologicheskii universitet, 2014. 204 p.
5. Promyshlennaya robototekhnika v Rossii i v mire [*Industrial robotics in Russia and the world*]. Natsional'naya Assotsiatsiya Uchastnikov Rynka Robototekhniki [Russian Association of Robotics]. Available at: http://robotunion.ru/images/files/rar_industrial_robotics.pdf (accessed 15.06.2020).
6. Ofitsial'nyi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki [*Official website of the Federal State Statistics Service*]. Available at: <http://www.gks.ru> (accessed 21.06.2020).
7. Universitetskii al'yans SAP [*SAP University alliance*]. SAPLand. Available at: <https://sapland.ru/partners/sap-cis/sap-university-alliances/o-sap-university-alliances.html> (accessed 21.06.2020).
8. Tsifrovaya Rossiya: novaya real'nost' [*Digital Russia: a new reality*]. McKinsey & Company (Russia). Available at: https://www.mckinsey.com/ru/~/_media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.pdf (accessed 21.06.2020).
9. Emelogu A., Marufuzzaman M., Bian L., Thompson S. M., Shamsaei N. Additive manufacturing of biomedical implants: A feasibility assessment via supply-chain cost analysis. Additive Manufacturing, 2016, no. 11, pp. 97-113.
10. Fleck T. J., Murray A. K., Gunduz I. E., Chiu G. T. C., Rhoads J. F. Additive manufacturing of multifunctional reactive materials. Additive Manufacturing, 2017, no. 17, pp. 176-182.
11. Lindgren L. E., Lundbäck A., Fisk M., Pederson R., Andersson J. Simulation of additive manufacturing using coupled constitutive and micro-structure models. Additive Manufacturing, 2016, no. 12, pp. 144-158.
12. Liravi F., Toyserkani E., Darleux R. Additive manufacturing of 3D structures with non-Newtonian highly viscous fluids: Finite element modeling and experimental validation. Additive Manufacturing, 2017, no. 13, pp. 113-123.
13. Ozbolat I.T., Moncal K. K., Gudapati H. Evaluation of bioprinter technologies. Additive Manufacturing, 2017, no. 13, pp. 179-200.
14. Savon D. Y., Aleksakhin, A. V., Skryabin, O. O., Goodilin, A. A. Occupational health and safety digitalization in the coal industry. Eurasian mining, 2019, no. 2 (32), pp. 70-72.
15. World Robotics Industrial Robots. International Federation of Robotics. Available at: <https://ifr.org/worldrobotics> (accessed 21.06.2020).