

ПОТЕНЦИАЛ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

С. Б. Баурина

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

Глобальная виртуализация производства, новые вызовы и задачи информатизации общества вынуждают современные промышленные компании кардинально менять собственные производственные процессы в целях сохранения конкурентоспособного положения на рынке. Стандартные подходы управления производством сегодня отнюдь не гарантируют устойчивой доходности бизнеса. Концепция смарт-производств и умных фабрик нацелена на объединение машин, людей, информации и цепочек создания стоимости в единую сеть. Придавая новый импульс производительности труда, она предопределяет новые возможности повышения эффективности деятельности. В современной зарубежной и отечественной литературе активно проявляется научный интерес к новым производственным технологиям. Несмотря на разнообразие направлений и подходов к исследуемому предмету в существующем многообразии трудов недостаточно, на наш взгляд, раскрыты главные приоритеты современных умных производств, что свидетельствует о необходимости дальнейших научных исследований в рассматриваемой предметной области. В статье обосновывается востребованность цифровизации производственных процессов на промышленных предприятиях России. Выявляются возможности использования искусственного интеллекта и внедрения в промышленности смарт-производств. Отмечены приоритеты передовых российских промышленных компаний в области цифровизации: расширение использования облачных технологий; предиктивный анализ; IaaS-услуги (виртуальные центры обработки данных и системы хранения данных); централизованное диспетчерское управление и сбор данных (SCADA) и пр. Дана характеристика показателей мониторинга развития умных производственных систем на территории Российской Федерации, проводимого Росстатом с 2020 г. Представлены прогнозируемые данные по оценке требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки со стороны государства по развитию технологий умного производства на перспективу. Обозначены целевые показатели развития умных технологий в рамках федерального проекта «Цифровые технологии». Автором систематизированы наукоемкие технологические новшества, нестандартные решения и современные инструменты управления производственными системами; конкретизированы целевые показатели главных технологических трендов развития смарт-производств; обоснованы направления развития смарт-потенциала российской промышленности.

Ключевые слова: производственная индустрия, цифровые технологии, система производства, умное производство, цифровое проектирование, кибербезопасность, технология IoT, аддитивные технологии, система машинного зрения, цифровой двойник, система прогнозной аналитики, автоматизация, промышленное предприятие, искусственный интеллект, смарт-производство.

DIGITALIZATION POTENTIAL IN PRODUCTION SPHERE

Svetlana B. Baurina

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

Global virtualization of production, new challenges and goals of society informatization made today's production companies change their own production processes in order to retain competitiveness on market. Standard approaches to production management now cannot guarantee stable profitability of business. The concept of smart-production and wise factories targets at integration of people, information and value chains in one network. It can provide a new impulse to labour productivity, predetermine new opportunities for improving the work efficiency. Today's foreign and home literature shows academic interest in new production technologies. In spite of various trends and approaches to the subject, principle priorities of advanced smart production processes have not been

revealed adequately, which proves the necessity to continue research in this field. The article substantiates the demand for production process digitalization at Russian enterprises. Possibilities of using artificial intellect and introducing smart-production in industry are studied. Priorities of the advanced Russian production companies in the field of digitalization were highlighted: wider use of cloud technologies; predictive analysis; IaaS-services, i. e. virtual centers of data processing and systems of data storage; centralized dispatcher control and data collection (SCADA) and others. The author characterizes parameters of monitoring development of smart production systems on the territory of the Russian Federation, which has been carried out by Rosstat since 2020. The forecast data on assessing the required resources in respect to support tools on behalf of state were shown, aimed at developing technologies of smart production. Target indicators of developing smart technologies were identified within the frames of the federal project 'Digital Technologies'. The author systematized science-intensive technological innovations, non-standard solutions and advanced tools of managing production systems, specified target indicators of principle technological trends in smart-production development and substantiated lines in the development of smart-potential of Russian industry.

Keywords: production industry, digital technologies, production system, smart production, digital projecting, cyber security, IoT technology, additive technologies, system of machine sight, digital double, system of forecast analysis, automation, production enterprise, artificial intellect, smart-production.

Производственный сектор – консервативная отрасль. Внедрение инноваций здесь происходит медленно. Одни компании ждут от передовиков результаты использования умных технологий, другие – ограничены в финансах и не решаются инвестировать в модернизацию, самые недалековидные – просто не видят в ней смысла. Можно бесконечно отрицать необходимость проведения цифрового апгрейда, но факт остается фактом: за умным производством – перспектива и будущее. Отказ руководителей от технологических преобразований тормозит процесс цифровизации и является угрозой утраты конкурентоспособности страны на мировой арене [3].

Пандемия, безусловно, оказала влияние на происходящие изменения в производственном секторе. С одной стороны, усиление контроля позволило повысить производительность за счет снижения человеческого влияния, ускорить восстановление нарушенных цепочек поставок и вернуть спрос на докризисный уровень. С другой стороны, обнажились проблемы цифровой незрелости компаний. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высокой стоимости проектов цифровой трансформации, недостаточном уровне цифровой зрелости сотрудников и нарушении цепочек поставок. Сложившиеся обстоятельства вынудили ускорить процесс перехода компаний от автоматизации

к цифровизации. Кроме этого, дефицит инвестиционных ресурсов и понимание важности модернизации технологий привели к пересмотру внутренних цифровых стратегий.

Современные смарт-производства максимально автоматизируют технологические процессы, тем самым безгранично расширяя возможности улучшения деятельности производителей [5].

Все больше производственная индустрия в Российской Федерации уходит от советских стереотипов: шумное производство, большой коллектив, устаревшее оборудование. Предприятия все чаще делают ставку на инновации: новшества по оптимизации затрат и ускорению бизнес-процессов, повышению производительности и эффективности производства, улучшению качества продукции и пр.

На территории России активно продвигаются проекты цифровизации производства: строятся новые заводы в рамках концепции «Индустрия 4.0», внедряются машинное обучение и искусственный интеллект. Вызывают интерес экономически эффективные проекты. Так, например, внедрение технологии машинного зрения для сортировки выпускаемой продукции в компании «Сибур» повысило уровень автоматизации производства и исключило риск смешения продукции.

Аналитическая система управления логистикой на базе искусственного интел-

лекта минимизировала сроки планирования и согласования операций по отгрузке нефти и оптимизировала транспортные издержки в компании «Газпром нефть».

Постоянный рост стоимости производства, наличие зрелого рынка, удержание конкурентных позиций в долгосрочной перспективе, стремление предприятий увеличить маржинальность бизнеса – все это побуждает предприятия внедрять умные технологии. Предприятия, заинтересованные в цифровых технологиях, предпочитают следующие типы решений: точное цифровое моделирование всех элементов производственного процесса; аналитику и big data; оркестрацию всех систем производства (производственных, непроизводственных). Кроме этого, весьма затребованы устойчивость работы систем при внешних воздействиях и кибербезопасность. Также популярны аддитивные технологии «выращивания» изделий, дополненная и виртуальная реальность, системы управления производственными процессами (MES), системы машинного зрения, оперирующие цифровые двойники, системы прогнозной аналитики и пр. [6].

В России на промышленных предприятиях сегодня наиболее востребованы базовые IaaS-услуги (виртуальные центры обработки данных и системы хранения данных). Это связано с большим количеством уже действующих legacy ИТ-систем (лоскутной автоматизацией), работающих по разным протоколам и стандартам. Получать данные из таких систем, управлять и развивать их с помощью облачных PaaS-платформ либо сложно, либо просто невозможно.

Тем не менее ИТ-инфраструктуры крупных компаний генерируют огромное количество данных, требующих как их хранения, так и обработки. Причем предприятия одной промышленной группы могут быть расположены в разных концах страны, в местах, где зачастую нет достаточных ИТ-мощностей и достаточного количества специалистов, чтобы эффективно решать такие задачи. Поэтому если гово-

рить об облачных технологиях, то в промышленности на сегодняшний день наиболее популярны гибридные облака, когда критические данные обрабатываются на месте, а для всего остального объема используются IaaS-решения облачных провайдеров.

Массовое внедрение централизованного диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), систем планирования ресурсов предприятия (ERP) и систем управления производственными процессами (MES) в ближайшее время потребует как большего объема и большего ассортимента IaaS-услуг, так и внедрения PaaS-решений. Развернуть SCADA/MES/ERP-системы в облаке и дешевле, и быстрее, чем на On-Premise инфраструктуре.

Пока еще относительно немного производств (за исключением самых крупных российских предприятий) используют технологии цифровых двойников оборудования, предиктивную аналитику для обеспечения предотвращения аварий, промышленный Интернет вещей, решения на основе Data Science. Все эти технологии нуждаются в комплексе облачных услуг: от IaaS- и PaaS- до SaaS-продуктов, таких как промышленные приложения для персонала, работающего на производстве [12].

Для цифровизации промышленного производства начала 2021 г. характерны такие тренды, как переход от множества локальных ИТ-решений на единые платформы и стандарты, перенос инфраструктуры в облака. Однако пандемия показала, насколько важно обеспечить непрерывность производства в любых, даже самых кризисных условиях. Наверняка многие промышленные группы задумаются над большей автоматизацией производства, обеспечением комплексной безопасности персонала, станут уделять большее внимание бесконтактным технологиям, интеллектуальным облачным системам видеонаблюдения и AI-аналитики производственных процессов. Такой подход поможет не только быстро реагировать на кри-

зисные ситуации, но и прогнозировать их, что в конечном счете приведет к сокращению финансовых потерь, росту эффективности и конкурентоспособности бизнеса.

В целях мониторинга развития умных производственных систем на территории Российской Федерации Приказом Росстата от 30 июля 2020 г. № 424 определена форма «Сведения о разработке и (или) использовании передовых производственных технологий», требуемая к заполнению предприятиями, разрабатывающими и использующими передовые производственные технологии. Сфера деятельности этих производств весьма широка: обрабатывающие производства; добыча полезных ископаемых; обеспечение энергоресурсами; в области информации, архитектуры, связи, инженерно-технического проектирования и пр. Согласно данной форме предприятиям необходимо предоставлять следующие данные:

- о разработке передовых производственных технологий в отчетном году (раздел 1);
- использовании передовых производственных технологий (раздел 2);
- эффектах внедрения передовых производственных технологий (раздел 3);
- реализации технологической стратегии организации (раздел 4);
- факторах, препятствующих внедрению передовых производственных технологий (раздел 5).

На рисунке представлены прогнозируемые данные по оценке требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки со стороны государства по развитию технологий умного производства (Smart Manufacturing) на ближайшие три года, при этом общая сумма финансирования составляет 18 910,00 млн рублей¹.

Большая часть ресурсов предусмотрена на финансирование промышленных решений (23,9%; 4 520 млн руб.), поддержку

компаний-лидеров (25,38%; 4 800 млн руб.) и использование субсидирования процентной ставки по кредиту (23,85%; 4 510 млн руб.).



Рис. Прогнозируемая оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки со стороны государства по развитию технологий умного производства (в %)

Стоит отметить, что государство демонстрирует собственную заинтересованность в продвижении цифровизации производственного сектора. Так, к примеру, в настоящее время Министерство промышленности и торговли Российской Федерации работает над созданием маркетплейса для промышленного программного обеспечения. Проект получил название «Модульная мультисервисная промышленная платформа». На площадке будут представлены программы по управлению производственными процессами, проектировке изделий, диспетчерскому контролю, сбору данных и пр. Заинтересованные компании смогут получить программное обеспечение на платформе по подписке, компенсировав часть затрат за счет субсидий. Идея министерства поможет решить проблему технической зависимости от иностранного инженерного и промышленного софта².

Кроме этого, Россия первая в мире утвердила стандарты в области цифровых двойников: ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование.

¹ Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL: <https://base.garant.ru/72190282/> (дата обращения: 01.10.2021).

² URL: <http://www.tadviser.ru/index.php>

Цифровые двойники изделий. Общие положения», ПНСТ «Умное производство. Каталоги поведения оборудования для виртуальной производственной системы. Часть 1. Общие положения», ПНСТ «Системы автоматизации производства и их интеграция. Оценка конвергенции информатизации и индустриализации для промышленных предприятий. Часть 1. Структура и типовая модель». Разработка стандартов позволит сформировать общие технические требования в области умного производства для всех высокотехнологичных компаний, что в итоге нацелено на формирование технологического превосходства отечественной промышленности.

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации совсем недавно инициировало проекты цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности России «Умное производство», «Цифровой инжиниринг», «Продукция будущего», «Новая модель занятости» и ведомственную программу цифровой трансформации «Переход к

цифровому государственному управлению».

По планам ведомства к 2024 г. порядка 30% работников промышленности активно будут пользоваться цифровыми платформами; сократятся (порядка 25%) затраты на обслуживание высокотехнологичной продукции за счет использования технологии предиктивной аналитики и перехода от ремонта по регламенту к ремонту по состоянию; за счет использования кооперационных цепочек наполовину будет повышена фондоотдача; на 45% сократится вынужденный простой производственных мощностей; сузятся (до 1,5 раз) за счет признания результатов виртуальных испытаний сроки вывода высокотехнологичной продукции на рынок; на 30% уменьшатся сроки окупаемости инвестиций в российское производство. Целевые показатели развития умных технологий в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» предусматривают существенный рост (таблица).

**Целевые показатели развития умных технологий
в рамках федерального проекта «Цифровые технологии»***

Наименование	2021	2024
Участие человека в подготовке и наладке производства, % от всех операций	85,0	65,0
Внедрение MES-системы, не менее ед.	–	1 000
Количество отраслевых стандартов, ед.	2	4
Оснащение MDC-системами**, %	50,0	70,0
Количество предприятий, имеющих цифровые паспорта и подключенных к сервисам ГИСП, тыс. ед.	5,8	14,4

* Источник: Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL: <https://base.garant.ru/72190282/> (дата обращения: 01.10.2021).

** MDC-система обеспечивает получение данных с оборудования в режиме реального времени.

Согласно данным, приведенным в таблице, можно утверждать, что планируется существенное сокращение участия человека в подготовке и наладке производства (с 85 до 65% от всех операций). Количество предприятий, имеющих цифровые паспорта и подключенных к сервисам ГИСП, увеличится практически в 2,5 раза (с 5,8 до 14,4 тыс. ед.).

Выводы

Предпосылками для перехода предприятий на умные технологии являются постоянный рост стоимости производства, наличие зрелого рынка, удержание конкурентных позиций в долгосрочной перспективе, стремление предприятий увеличить маржинальность бизнеса, тестирование умных технологий конкурентами, по-

нимание окупаемости инвестиций и их прозрачность.

Производством весьма затребованы цифровое моделирование, аналитика и big data, кибербезопасность, аддитивные технологии, системы машинного зрения, цифровые двойники, системы прогнозной аналитики и пр.

Начиная с 2020 г. в Российской Федерации осуществляется мониторинг развития умных производственных систем, предусматривающий отчетность производств о разработке и использовании передовых производственных технологий. Предусмотрена существенная поддержка со стороны государства развития технологий умного производства в размере 18 910,00 млн рублей на ближайшие три года.

Сегодня российское государство активно поддерживает и продвигает цифровизацию производственного сектора. Планируется запуск маркетплейса для промышленного программного обеспечения, что сможет решить проблему технической зависимости от иностранного софта. Первые принятые стандарты в области цифровых двойников позволят систематизировать общие технические требования в области умного производства, что в конечном итоге позволит заложить базу технологического превосходства российской промышленности. Активно продвигаются государством проекты цифровой трансформации производственного сектора Российской Федерации.

Список литературы

1. Абдраилова Г. С., Умнякова Н. П., Какимжанов Б. Цифровизация экономики и цифровая среда современной архитектуры // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2019. – № 1. – С. 3–13.
2. Бакаров А. А., Девяткин Д. А., Ершова Т. В., Тихомиров И. А., Хохлов Ю. Е. Научные заделы России по сквозным технологиям цифровой экономики // Информационное общество. – 2018. – № 4. – С. 54–64.
3. Баур К., Ви Д. Следующая ступень развития производства. – URL: <https://www.mckinsey.com> (дата обращения: 01.10.2021).
4. Баурина С. Б. Технологии будущего: умные производства в промышленности // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2020. – Т. 17. – № 2 (110). – С. 123–132.
5. Баурина С. Б., Назарова Е. В. Современный вектор развития смарт-производств // Экономика предпринимательства. – 2019. – № 10. – С. 1154–1157.
6. Бауэр В. П., Ерёмин В. В., Смирнов В. В. Цифровые платформы как инструмент трансформации мировой и российской экономики в 2021–2023 годах // Экономика. Налоги. Право. – 2021. – № 1. – С. 41–47.
7. Бриньолфсон Э., Макафи Э. Вторая эра машин: работа, прогресс и процветание в эпоху новейших технологий : пер. с англ. – М. : АСТ, 2017.
8. Вальдхаузен М., Ахвенаннен Э. Умное и бережливое производство // Химическая техника. – 2018. – № 5. – URL: <https://chemtech.ru/umnoe-i-berezhlivoe-proizvodstvo/> (дата обращения: 01.10.2021).
9. Гирдюк Д. В., Пересада В. П., Смирнов Н. В., Смирнова Т. Е. Цифровые технологии в экономике – средство использования теории в практике управления // Финансы и бизнес. – 2018. – № 4. – С. 24–35.
10. Грабчак Е. П., Медведева Е. А., Васильева И. Г. Как сделать цифровизацию успешной // Энергетическая политика. – 2018. – Вып. 5. – С. 25–29.
11. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия. – URL: <https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global> (дата обращения: 01.10.2021).

12. Капустина Л. М., Кондратенко Ю. Н. К вопросу о понятии «умного предприятия» в цифровой экономике // Вопросы управления. – 2020. – № 4. – С. 33–43.
13. Коровин Г. Цифровизация промышленности в контексте новой индустриализации РФ // Общество и экономика. – 2018. – № 1. – С. 47–66.
14. Михневич С. Роботизация экономики: источник роста или фактор усиления социальной напряженности? // Общество и экономика. – 2019. – № 7. – С. 12–20.
15. Мусеев В. Интеллектуализация производства: реальные примеры. – URL: <https://iot.ru/promyshlennost/intellektualizatsiya-proizvodstva-realnye-primery> (дата обращения: 01.10.2021).
16. Плотников В. В. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4. – С. 18–24.
17. Урри Дж. Как выглядит будущее? – М. : ИД «Дело» РАНХиГС, 2018.
18. Федотова Г. В. Проблемы цифровизации промышленного сектора // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2019. – Т. 15. – Вып. 2. – С. 273–283.
19. Филин С. А., Кузина А. А. Принципы управления инновационной деятельностью предприятий в России при переходе к «цифровой» экономике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 507–519.
20. Хохлова М. Н. Новая архитектура цифровой экономики // Экономические стратегии. – 2017. – Т. 19. – № 4. – С. 132–145.
21. Цифровые платформы управления жизненным циклом комплексных систем / ред. В. А. Тупчиенко. – М. : Научный консультант, 2018.
22. Цифровые технологии в российской экономике / под ред. Л. М. Гохберга. – М. : НИУ ВШЭ, 2021.
23. Baurina S. B. Smart Industry: Technology for the Future // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271398
24. Baynev V. V., Fedosin S. A. Surface Presentation Methods in Geometric Models of Light Devices // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2019. – Vol. 11. – Issue 2.
25. Bayneva I. I. Calculation and Construction of Optical Elements of Light Devices // Dilemmas contemporaneos-educacion politica y valores. – DOI: 10.24153/2079-5920-2017-7-3-84-86
26. Lu Y., Liu C., Wang K. I.-K., Huang H., Xu X. Digital Twin-Driven Smart Manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2020. – Vol. 61. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101837>
27. Winkelhaus S., Grosse E. H. Logistics 4.0: a Systematic Review Towards a New Logistics System // International Journal of Production Research. – 2020. – Vol. 58. – Issue 1. – P. 18–43.

References

1. Abdrasilova G. S., Umnyakova N. P., Kakimzhanov B. Tsifrovizatsiya ekonomiki i tsifrovaya sreda sovremennoy arkhitektury [Digital Economy and Digital Environment of Current Architecture]. *Biosferная sovmestimost: chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere Compatibility: Man, Region, Technologies], 2019, No. 1, pp. 3–13. (In Russ.).
2. Bakarov A. A., Devyatkin D. A., Ershova T. V., Tikhomirov I. A., Khokhlov Yu. E. Nauchnye zadachy Rossii po skvoznyim tekhnologiyam tsifrovoy ekonomiki [Academic Reserves of Russia Dealing with Through-Technologies of Digital Economy]. *Informatsionnoe obshchestvo* [Information Society], 2018, No. 4, pp. 54–64. (In Russ.).

3. Baur K., Vi D. Sleduyushchaya stupen razvitiya proizvodstva [The Next Step in Production Development]. (In Russ.). Available at: <https://www.mckinsey.com> (accessed 01.10.2021).

4. Baurina S. B. Tekhnologii budushchego: umnye proizvodstva v promyshlennosti [Technologies of the Future: Smart Production in Industry]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2020, Vol. 17, No. 2 (110), pp. 123–132. (In Russ.).

5. Baurina S. B., Nazarova E. V. Sovremennyy vektor razvitiya smart-proizvodstv [Current Vector of Smart-Production Development]. *Ekonomika predprinimatelstva* [Economics of Entrepreneurship], 2019, No. 10, pp. 1154–1157. (In Russ.).

6. Bauer V. P., Eremin V. V., Smirnov V. V. Tsifrovye platformy kak instrument transformatsii mirovoy i rossiyskoy ekonomiki v 2021–2023 godakh [Digital Platforms as a Tool of Transforming Global and Russia Economy in 2021–2023]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo* [Economics. Taxes. Law], 2021, No. 1, pp. 41–47. (In Russ.).

7. Brinolfson E., Macafi E. Vtoraya era mashin: rabota, progress i protsvetanie v epokhu noveyshikh tekhnologiy [The Second Era of Machines: Work, Progress and Prosperity in the Era of Advanced Technologies], translated from English. Moscow, AST, 2017. (In Russ.).

8. Waldhauser M., Ahvenainen E. Umnoe i berezhlivoe proizvodstvo [Smart and Economic Production]. *Khimicheskaya tekhnika* [Chemical Equipment], 2018, No. 5. (In Russ.). Available at: <https://chemtech.ru/umnoe-i-berezhlivoe-proizvodstvo/> (accessed 01.10.2021).

9. Girdyuk D. V., Peresada V. P., Smirnov N. V., Smirnova T. E. Tsifrovye tekhnologii v ekonomike – sredstvo ispolzovaniya teorii v praktike upravleniya [Digital Technologies in Economics – the Way of Using Theory in Practice of Management]. *Finansy i biznes* [Finance and Business], 2018, No. 4, pp. 24–35. (In Russ.).

10. Grabchak E. P., Medvedeva E. A., Vasileva I. G. Kak sdelat tsifrovizatsiyu uspeшной [How to make Digitalization Successful]. *Energeticheskaya politika* [Energy Policy], 2018, Issue 5, pp. 25–29. (In Russ.).

11. «Industriya 4.0»: sozдание tsifrovogo predpriyatiya [‘Industry 4.0’: Building Digital Enterprise]. (In Russ.). Available at: <https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global> (accessed 01.10.2021).

12. Kapustina L. M., Kondratenko Yu. N. K voprosu o ponyatii «umnogo predpriyatiya» v tsifrovoy ekonomike [Concerning the Notion ‘Smart Enterprise’ in Digital Economy]. *Voprosy upravleniya* [Issues of Management], 2020, No. 4, pp. 33–43. (In Russ.).

13. Korovin G. Tsifrovizatsiya promyshlennosti v kontekste novoy industrializatsii RF [Digitalization of Economy in the Context of New Industrialization of Russia]. *Obshchestvo i ekonomika* [Society and Economics], 2018, No. 1, pp. 47–66. (In Russ.).

14. Mikhnevich S. Robotizatsiya ekonomiki: istochnik rosta ili faktor usileniya sotsialnoy napryazhennosti? [Robotization of Economy: Source of Growth or Factor of Rising Social Tension?]. *Obshchestvo i ekonomika* [Society and Economics], 2019, No. 7, pp. 12–20. (In Russ.).

15. Moiseev V. Intellektualizatsiya proizvodstva: realnye primery [Intellectualization of Production: Real Examples]. (In Russ.). Available at: <https://iot.ru/promyshlennost/intellektualizatsiya-proizvodstva-realnye-primery> (accessed 01.10.2021).

16. Plotnikov V. V. Tsifrovizatsiya proizvodstva: teoreticheskaya sushchnost i perspektivy razvitiya v rossiyskoy ekonomike [Digitalization of Production: Theoretical Essence and Prospects of Developing in Russian Economy]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saint Petersburg State University], 2018, No. 4, pp. 18–24. (In Russ.).

17. Urri Dzh. Kak vyglyadit budushchee? [What does the Future Look Like?]. Moscow, ID «Delo» RANKHiGS, 2018. (In Russ.).

18. Fedotova G. V. Problemy tsifrovizatsii promyshlennogo sektora []. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost* [Problems of Digitalization in Production Sector], 2019, Vol. 15, Issue 2, pp. 273–283. (In Russ.).
19. Filin S. A., Kuzina A. A. Printsipy upravleniya innovatsionnoy deyatel'nostyu predpriyatiy v Rossii pri perekhode k «tsifrovoy» ekonomike [Principles of Managing Innovation Activity of Enterprises in Russia during Passing-Over to 'Digital' Economy]. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost* [National Interests: Priorities and Security], 2018, Vol. 14, Issue 3, pp. 507–519. (In Russ.).
20. Khokhlova M. N. Novaya arkhitektura tsifrovoy ekonomiki [New Architecture of Digital Economy]. *Ekonomicheskie strategii* [Economic Strategies], 2017, Vol. 19, No. 4, pp. 132–145. (In Russ.).
21. Tsifrovye platformy upravleniya zhiznennym tsiklom kompleksnykh sistem [Digital Platforms of Managing the Life Cycle of Complex Systems], edited by V. A. Tupchlenko. Moscow, Nauchnyy konsultant, 2018. (In Russ.).
22. Tsifrovye tekhnologii v rossiyskoy ekonomike [Digital Technologies in Russian Economy], edited by L. M. Gokhberg. Moscow, NIU VSHE, 2021. (In Russ.).
23. Baurina S. B. Smart Industry: Technology for the Future. *International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271398
24. Baynev V. V., Fedosin S. A. Surface Presentation Methods in Geometric Models of Light Devices. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 2019, Vol. 11, Issue 2.
25. Bayneva I. I. Calculation and Construction of Optical Elements of Light Devices. *Dilemmas contemporaneos-educacion politica y valores*. DOI: 10.24153/2079-5920-2017-7-3-84-86
26. Lu Y., Liu C., Wang K. I.-K., Huang H., Xu X. Digital Twin-Driven Smart Manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2020, Vol. 61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101837>
27. Winkelhaus S., Grosse E. H. Logistics 4.0: a Systematic Review Towards a New Logistics System. *International Journal of Production Research*, 2020, Vol. 58, Issue 1, pp. 18–43.

Сведения об авторе

Светлана Борисовна Баурина

кандидат экономических наук, доцент
кафедры экономики промышленности
РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова»,
117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: baurinaaa@yandex.ru

Information about the author

Svetlana B. Baurina

PhD, Assistant Professor
of the Department for Industrial
Economics of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: baurinaaa@yandex.ru