ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сборник трудов X научно-практической конференции с зарубежным участием
20-22 июня 2019

DIGITAL TRANSFORMATION OF ECONOMY AND INDUSTRY

Works of the X research-to-practice conference with foreign participation
20-22 June 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сборник трудов научно-практической конференции
с зарубежным участием

20–22 июня 2019 года

ПОЛИТЕХ-ПРЕСС
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Санкт-Петербург
2019

УДК 658
ББК 65.012.1:65.29
Ц75

Цифровая трансформация экономики и промышленности : сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, 20–22 июня 2019 г. / под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 780 с.

В сборник трудов включены материалы научно-практической конференции «Цифровая трансформация экономики и промышленности», организованной Высшей инженерно-экономической школой и лабораторией «Цифровая экономика промышленности» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого совместно с рядом научных организаций, вузов, предприятий промышленности.

В сборнике научных трудов представлены материалы по теории формирования и развития цифровой экономики в современных условиях глобальной конкуренции, а также представлены результаты реализации концепции «Индустрия 4.0» в России и за рубежом. Также отражены материалы по теории кластерного развития, формирования инновационных кластеров, исследованию проблем и перспектив развития инновационной деятельности экономических систем и хозяйствующих субъектов, применению инструментов и методов оценки промышленного развития регионов, отраслей, предприятий, а также совершенствованию подготовки кадров для экономики и промышленности.

В сборнике нашли отражение труды ученых и специалистов ряда вузов, институтов РАН, организаций, учреждений и предприятий, представителей органов государственного, муниципального управления и исполнительной власти России и зарубежных стран.

Материалы сборника будут полезны преподавателям, научным работникам, специалистам промышленных, научных предприятий, организаций и учреждений, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

Печатается по решению
Совета по издательской деятельности Ученого совета
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

© Бабкин А. В.,
научное редактирование, 2019
© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2019

ISBN 978-5-7422-6613-6

Раздел 4. Развитие отраслевой и региональной экономики в условиях цифровизации

DOI: 10.18720/IEP/2019.3/25

Боровков А.И., Рябов Ю.А.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация
В настоящее время тема цифровой трансформации промышленности является одной из наиболее востребованных и актуальных в России. В статье представлены различия между цифровыми двойниками (Digital Twins) и цифровыми тенями (Digital Shadow). Подчеркивается, что для создания цифровых двойников наряду с мультидисциплинарными компетенциями мирового уровня компании должны обладать и рядом передовых наукоемких методов и технологий. Ключевая роль в разработке цифровых двойников принадлежит уникальной CML-Цифровой платформе CML-Bench™, позволяющей формировать матрицу целевых показателей и ресурсных ограничений, содержащую десятки тысяч характеристик, а также с помощью CML-Системы интеллектуальных помощников CML-AI реализовать специализированный бизнес-процесс «цифровая сертификация» и обеспечивать «гарантированное зарезервированное развитие».
Ключевые слова: новые производственные технологии, матрица целевых показателей и ресурсных ограничений, цифровые двойники, цифровые тени, цифровая платформа, система интеллектуальных помощников.

Borovkov A., Ryabov Yu.

DIGITAL TWINS: DEFINITION, APPROACHES AND METHODS OF DEVELOPMENT

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

Abstract
Digital transformation in industry is one of the highly topical issues in Russia. This article focuses on differences between digital twins and digital shadows. The authors argue that if companies want to develop digital twins, they must possess not only world-class multidisciplinary competencies in engineering, but also cutting-edge knowledge-intensive methods and technologies. Among the key ones is the unique CML-Digital platform CML-Bench™ that enables engineers to construct a multilevel matrix of targets and resource constraints containing tens of thousands of parameters, to implement the specialized business process of “digital certification” and secure guaranteed development in the future through the use of CML-System of intelligent assistants CML-AI.
Keywords: advanced manufacturing technologies, matrix of targets and resource constraints, Digital Twins, Digital Shadows, digital platform, system of intelligent assistants.

Введение. Сегодня мир стоит на пороге развития экономики нового технологического поколения – цифровой экономики (Digital Economy), развитие которой во многом определяется «умными» данными (Smart Big Data). Центральное место в экономике занимает сфера материального производства – высокотехнологичная промышленность, которая должна отвечать требованиям глобальной конкурентоспособности, эффективности и высокой производительности труда.

Для удовлетворения этим требованиям в мире стремительно развивается цифровая трансформация высокотехнологичной промышленности в цифровую промышлен-

ность, формируются цифровые платформы, разрабатываются и применяются цифровые двойники (Digital Twin, DT) реальных объектов / продуктов (DT-1) и производственных процессов (DT-2), системы интеллектуальных помощников как фундаментальный этап развития в направлении применения искусственного интеллекта, происходит тотальная автоматизация, роботизация и интеллектуализация промышленности, осуществляется переход к киберфизическим системам, фактически происходит объединение материального и цифрового / виртуального миров. Эти глобальные технологические изменения сопровождаются развитием принципиально новых бизнес-процессов и бизнес-моделей на всех уровнях [1, с. 6].

В основе цифровой трансформации в промышленности лежит использование передовых производственных технологий (ППТ).

Определение цифровых двойников. Передовой технологией, технологией-драйвером, технологией-интегратором базовых «сквозных» цифровых технологий и большинства субтехнологий, которая способна внести наиболее весомый вклад в создание в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособной продукции нового поколения, является технология разработки и применения цифровых двойников (Digital Twin).

Цифровой двойник (Digital Twin) – это семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам / конструкциям / машинам / приборам … / техническим и киберфизическим системам, физико-механическим процессам (включая технологические и

производственные процессы), описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных [2].

Высокий уровень адекватности означает, что цифровой двойник должен обеспечивать отличие между результатами виртуальных и физических / натурных испытаний в пределах ± 5% (именно в этом случае он имеет право называться цифровым двойником, в противном случае, это электронная модель, цифровой макет, цифровой прототип и т. д., которые создаются в рамках традиционного итерационного подхода – «проектирование и доводка изделий через многочисленные и дорогостоящие испытания») [2].

Цифровой двойник должен и способен ответить на вопросы: «Где измерять?» и «Что измерять?», то есть указать критические зоны, в которых необходимо разместить датчики, и критические характеристики, которые необходимо измерять (например, деформации, температуру, давление, виброперемещения, виброускорения и т. д.), а затем – хранить, обрабатывать, передавать и защищать большие объемы информации (Big Data).

Цифровой двойник смещает фокус на процесс генерации содержательных данных, в процессе которого формируется Smart Big Data. Более того, цифровой двойник позволяет не только адекватно описывать поведение реального объекта / продукта на всех режимах работы (включая нормальные условия работы, нарушения нормальных условий работы, аварийные ситуации и пр.), но и с высокой степенью адекватности моделировать различные возможные и непредвиденные ситуации (включая их

всевозможные комбинации / наложения). Следовательно, «цифровой двойник обладает предсказательным потенциалом», в отличие от множества датчиков, которые лишь помогают сформировать «память» об уже случившихся событиях и не позволяют осуществлять те или иные прогнозы сложных явлений и ситуаций [2].

Принципиально важно цифровые двойники отличать от цифровых теней (Digital Shadow), которые представляют собой системы связей и зависимостей, приближенно описывающих поведение реального объекта / продукта, как правило, в нормальных условиях работы и содержащихся в избыточных больших данных (Big Data), которые получают с реального объекта / продукта при помощи большого количества датчиков и технологий промышленного интернета. Для формирования цифровой тени посредством выявления связей и зависимостей используются методы предиктивной аналитики.

Цифровая тень способна предсказать поведение реального объекта только в тех условиях, в которых осуществлялся сбор больших данных, но не позволяет моделировать ситуации, в которых реальный объект / продукт ещё не эксплуатировался – «цифровая тень обладает лишь свойством памяти». Для формирования цифровой тени математические модели, описываемые 3D нестационарными нелинейными уравнениями в частных производных, как правило, не применяются, что и гарантирует ограниченность этого достаточно популярного подхода в сложных ситуациях.

О подходах и методах разработки цифровых двойников. Для разработки цифровых двойников необ-

ходима новая парадигма проектирования, требуются новые методы и бизнес-процессы: многоуровневые матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, «цифровая сертификация», цифровые платформы, системы интеллектуальных помощников.

1. Неотъемлемым элементом разработки и применения цифровых двойников является многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных и т. д.).

Опыт решения сложных промышленных задач Инжиниринговым центром «Центр компьютерного инжиниринга» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (далее – Инжиниринговый центр СПбПУ) и национального чемпиона ГК CompMechLab® по заказам ведущих мировых высокотехнологичных компаний свидетельствует, что такая матрица может содержать десятки тысяч целевых показателей и ресурсных ограничений.

Многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений предназначена для осуществления «балансировки» огромного количества конфликтующих параметров и характеристик объекта в целом, его компонентов и деталей в отдельности, то есть не только отслеживать их взаимное влияние на различных этапах жизненного цикла, но и в кратчайшие сроки вносить необходимые изменения и уточнения («управление требованиями и изменениями»), например, гибко реагируя на действия конкурентов, что обеспечивает непрерывный характер разработки и представляет собой важнейшую особенность но-

вой парадигмы цифрового проектирования и моделирования на основе цифровых двойников.

Таким образом, цифровой двойник способен ответить на вопрос «Какие параметры в ходе разработки следует изменить, чтобы удовлетворить требованиям технического задания»?

2. «Цифровая сертификация» – специализированный бизнес-процесс, целью которого является прохождение с первого раза всего комплекса натурных, сертификационных, рейтинговых и прочих испытаний. Разработка изделия в рамках этого бизнес-процесса с самого начала ведется на основе “best-in-class” технологий мирового уровня, системного инжиниринга, многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, валидации математических моделей и цифровых двойников и, самое главное, – выполнения десятков тысяч виртуальных испытаний для каждого компонента (узла, детали, механизма, сопряжения и т. д.), материалов и всей системы в целом на виртуальных стендах и виртуальных полигонах. Этот подход во многих случаях позволяет контролировать и управлять поведением каждого кубического миллиметра конструкции на всех этапах жизненного цикла [3, с. 17], задавая, например, «зоны программируемого динамического разрушения» или проектируя оптимальные конструкции минимального веса, с заданным ресурсом, с жесткими ограничениями по срокам и стоимости разработки.

Опыт решения сложных промышленных задач Инжиниринговым центром СПбПУ и ГК CompMechLab® по заказам компаний – мировых лидеров показывает, что за последние 10 лет у лидеров мирового автомобилестроения

произошло радикальное изменение соотношения числа натурных и виртуальных испытаний: если в 2007 году соотношение было 100 к 100, то в 2017 году – уже 5 к 30 000! [4]

3. Для формирования многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, выполнения виртуальных испытаний на виртуальных стендах и виртуальных полигонах, разработки цифровых двойников специалистами Инжинирингового центра СПбПУ создана специализированная CML-Цифровая платформа CML-Bench™ – система управления деятельностью в области цифрового проектирования, математического моделирования и компьютерного инжиниринга (SPDM-система, Simulation Process and Data Management).

Цифровая платформа CML-Bench™ – это разработка российской ГК CompMechLab®, которая в 2017 году была удостоена Национальной промышленной премии Российской Федерации «Индустрия». Цифровая платформа обеспечивает высокую степень автоматизации процесса разработки на основе всех лучших передовых технологий мирового уровня («экосистемы “best-in-class” технологий»), общая трудоемкость разработки и сопровождения которых превышает 1 000 000 человеко-лет, а стоимость разработки превышает 100 млрд долл.

В 2018 году по итогам международного конкурса инновационных проектов «Евразийские цифровые платформы» цифровая платформа CML-Bench™ победила в номинации «Лучшие цифровые проекты Евразийского экономического союза».

CML-Цифровая платформа CML-Bench™ обеспечивает глубокое взаимодействие десятков разнообразных CAD-CAE-CAO программных систем мирового уровня, используемых в инженерно-конструкторских разработках для выполнения инженерных и расчетных работ на различных стадиях подготовки и проведения численного моделирования, виртуальных испытаний и обработки результатов вычислений [5].

CML-Цифровая платформа CML-Bench™ обеспечивает возможность одновременного выполнения десятков наукоёмких и высокотехнологичных проектов для многих отраслей и стран (например, Германия, Франция, Великобритания, Швеция, Китай и др.), в реализации которых принимают участие около 200 специалистов Инжинирингового центра СПбПУ и ГК CompMechLab®, а также специалисты индустриальных партнеров и заказчиков. Как правило, каждые сутки выполняются сотни виртуальных испытаний на десятках виртуальных стендах и виртуальных полигонах.

Наряду с CML-Цифровой платформой CML-Bench™ для одновременного удовлетворения в процессе проектирования десяткам тысяч целевых показателей и ресурсных ограничений применяется специально разработанная CML-Система интеллектуальных помощников CML-AI (разработка российской ГК CompMechLab®), которая фактически является целенаправленным развитием в направлении применения искусственного интеллекта в наиболее сложном и творческом процессе – процессе проектирования наукоёмкой и высокотехнологичной продукции, конкурентоспособной на глобальных рынках [6, с. 39].

Цифровые двойники позволяют компаниям создавать в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособную продукцию нового поколения, однако для их разработки, наряду с новыми подходами и методами, требуются и мультидисциплинарные инженерные компетенции мирового уровня.

Такими компетенциями обладает созданный в январе 2018 года Центр Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» на базе Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (Центр НТИ СПбПУ) – инфраструктурная основа взаимодействия научных, образовательных и промышленных организаций в целях обеспечения конкурентоспособности отечественных компаний-лидеров на глобальных рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности [см. подробнее: 7].

Для реализации Программы развития Центра создан мощный сбалансированный Проектный консорциум, в который по состоянию на 31 мая 2019 года входят 52 организации: 16 ведущих университетов (СПбПУ, МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, Сколтех, Иннополис, ЮУрГУ и др.), госкорпорации Ростех и Росатом, крупные промышленные высокотехнологические предприятия – лидеры отраслей (ОДК, ОАК, ОСК, КАМАЗ, УАЗ, АВТОВАЗ и др.), крупнейшие научные организации (НИЦ «Курчатовский институт», РФЯЦ-ВНИИЭФ, ЦНИИ РТК и др.), высокотехнологичные компании-лидеры, «национальные чемпионы»: ГК «Диаконт», лауреаты Национальной промышленной премии Российской Федерации «Индустрия» ООО Лабора-

тория «Вычислительная механика» (CompMechLab®) и ЗАО «Биокад», победители конкурса «Развитие-НТИ» Фонда содействия инновациям, резиденты Фонда «Сколково», институты развития (Образовательный центр «Сириус», Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» и др.).

В 2018 году специалисты Центра НТИ СПбПУ совместно с партнерами и участниками Консорциума приняли участие в реализации 57 НИОКТР проектов в интересах 45 высокотехнологичных предприятий с общим объемом финансирования более 1 млрд рублей.

Были разработаны высокотехнологичные решения для конструкции газотурбинного двигателя нового поколения, ряда автомобилей, электромобиля, несущей системы вертолета, арктических саней для перевозки крупногабаритных многотонных грузов, системы очистки бурового раствора, самолета-амфибии и многих других высокотехнологичных изделий.

В Центре НТИ СПбПУ в 2018 году прошли образовательную подготовку свыше 2000 специалистов с высшим образованием со всей России по различным направлениям повышения квалификации в области «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» (совместно с участниками Консорциума – свыше 3300 специалистов). Более 22 000 человек в 2018 году стали слушателями различных программ, курсов и лекций по новым производственным технологиям, проведенных специалистами Центра НТИ СПбПУ.

Литература

1. Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий ОПК / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин, В.М. Марусева, В.Ю. Кулемин // Оборонная техника. – 2018. – № 1. – С. 6–33. – URL: http://assets.fea.ru/ (дата обращения: 12.06.2019).

2. Эксперты Ассоциации «Технет» приняли участие в подготовке доклада РАНХиГС «Государство как платформа: люди и технологии». – URL: https://technet-nti.ru/news/6852 (дата обращения: 12.06.2019).

3. Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий ОПК / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин, В.М. Марусева, В.Ю. Кулемин // Вестник Восточно-Сибирской открытой академии – 2019. – №32. – С. 1–39. – URL: http://assets.fea.ru/ дата обращения: 12.06.2019).

4. Кукушкин К.В. Автомобиль как идеальный полигон разработки и испытаний передовых производственных // АБС-авто. – 2018. – № 4. – С. 38–43. – URL: http://fea.ru/news/6723 (дата обращения: 12.06.2019).

5. Цифровая платформа CML-Bench™ разработки цифровых двойников и система управления деятельностью в области компьютерного инжиниринга. – URL: http://fea.ru/article/cml-bench http://fea.ru/article/cml-bench (дата обращения: 12.06.2019).

6. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Марусева В.М. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения // Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии. – 2018. – С. 24–44. – URL: http://assets.fea.ru/ (дата обращения: 12.06.2019).

7. О Центре компетенций НТИ СПбПУ “Новые производственные технологии”. – URL: https://nticenter.spbstu.ru/ (дата обращения: 12.06.2019).

Содержание

Раздел 1. Развитие экономики в условиях внешних вызовов: теория и практика..... 19
Байков Е.А. Стратегическое управление в инновационных моделях пространственно-распределенных организационно-экономических систем..... 19
Кузнецов И.В. Развитие бизнеса как элемент экономической политики стран Балтийского региона.. 25
Литовченко И.Л., Сотников Ю.Н., Рулинская О.В. Тренды трансформации рынка в условиях цифровой экономики……..…… 30
Палкина Е.С., Счисляева Е.Р. Направления интенсификации инновационного развития национальной экономики на базе цифровых технологий..... 39
Печенкин З.В. Оценка рынка интеллектуальной собственности в аспекте инновационного развития России……... 46
Пташиц Т.В. Причины всплеска уровня невозвратных кредитов и последствия их влияния в банковском секторе Кипра……. 54
Широв П.Н., Воробьева В.Э., Данилова В.О. Приоритеты политики импортозамещения в системе обеспечения национальной безопасности…. 67
Раздел 2. Современное состояние и тенденции развития цифровой экономики..... 78
Балякин А.А., Нурбина М.В., Тараненко С.Б. Социальный аспект формирования и использования больших данных……... 78
Быковский Г.В. Трансформация взаимодействия фирмы и потребителя в цифровой экономике: технологический и организационный аспект…… 85

Иванов А.А., Яшин С.Н., Иванова Н.Д. Анализ современного состояния и формирования цифровой экономики России…… 104
Лычагин М.В., Бурнышев К.Ю. Цифровой аспект исследований публикационной активности в области предпринимательства…….. 113
Малышев Е.А., Малышева Т.Е. Кашурникова Т.И. Перспективы развития цифровой трансформации электросетевого комплекса……... 123
Пономарева С.В., Серебрянский Д.И., Мустафаев Т.А. Применение в промышленности инновационных приложений, базирующихся на искусственном интеллекте (в рамках развития концепции цифровой экономики)…….. 130
Сафиуллин А.Р. Платформенные технологии как основа формирования цифровой экосистемы…… 138
Сысоева Е.А. Оценка соответствия продукции в странах Евразийского экономического союза и Европейского союза…… 144
Тимиргаеева Р.Р., Гришин И.Ю. Проблемы логистики беспилотных транспортных средств умного города… 152
Chinamasa E.M., Khvatova T.Yu. How African countries can realize sustainable benefits from the exploitation of mineral resources…… 159
Кох Л.В., Кох Ю.В. Особенности цифровой и цифровизированной экономики…… 166
Раздел 3. Инновационные кластеры и кластерная модель развития экономики……..…….…… 174
Абрамов А.В., Смирнов А.Ю. Анализ факторов внешней среды при разработке стратегии развития судостроительной промышленности в условиях цифровой экономики…… 174
Бабкин А.В., Ташенова Л.В. Системообразующий инновационно-активный промышленный кластер: генезис развития……..……... 180

Кох Л.В., Просалова В.С. Особенности создания и функционирования инновационных кластеров Японии…….. 192
Семёнов В.П. Анализ мультипликативного эффекта кластера……. 198
Ташенова Л.В., Бабкин А.В., Зинина М.Г. Результаты мониторинга развития кластеров в России и Казахстане…… 204
Титова М.Н., Ильинская Е.М. Инфраструктурные факторы развития кластеров в цифровой экономике 223
Раздел 4. Развитие отраслевой и региональной экономики в условиях цифровизации…….…. 234
Боровков А.И., Рябов Ю.А. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки…… 234
Азимов П.Х., Наджмиддинов Д.И. Место транспортной логистики в экономике Республики Таджикистан…… 246
Бахтина С.С. Взаимодействие государственных, научных и бизнес-структур для развития территорий в условиях цифровой трансформации экономики…… 254
Богданович К.О., Катышева Е.Г. Основные направления инновационного развития нефтегазовой отрасли……. 265
Бянкин А.С., Бурдакова Г.И. Механизм управления взаимодействием элементов инновационной инфраструктуры вуза и территории опережающего социально-экономического развития……... 274
Войку И.П. К вопросу об оценке эффективности цифровизации растениеводства (на примере Псковской области)…… 283
Глухов В.В., Ильина А.И. Проблемы внедрения энергоэффективных технологий в строительной отрасли……. 293

Голубецкая Н.П., Ушакова Е.В., Чиркова Т.В. Влияние цифровой экономики на приоритеты в системе государственного регулирования региональных предпринимательских структур в России…….. 305
Джемилёв Э.Р., Любек Ю.В. Особенности реализации политики импортозамещения в нефтегазовом секторе России…… 314
Дюдикова Е.И., Куницына Н.Н. Препятствия к внедрению легитимной цифровой системы трансграничных расчетов……... 321
Лыщикова Ю.В. Пространственное цифровое неравенство: подходы к измерению…….. 330
Морошкина М.В. Анализ промышленного производства: региональный аспект……. 338
Мирзобеков Х.Д. Проблемы и особенности предпринимательской деятельности на рынке транспортных услуг…….. 349
Морошкина М.В. Оценка объемов инвестиций в разрезе приграничных регионов…….. 357
Облогин М.В. Классификация факторов, влияющих на развитие розничных торговых сетей в России в условиях цифровой трансформации экономики……. 365
Татенко Г.И. Сравнительный анализ процессов разработки стратегий регионального инновационного развития в условиях цифровой экономики…… 376
Тронина И.А. Подходы к разработке стратегической программы инновационного развития региона: зарубежный и российский опыт…….. 385
Ермоленко О.Д., Богданова Р.М. Цифровизация АПК России как часть организационно-экономического механизма повышения эффективности…….. 394

Бабкин А В, Фортунова У. В. Анализ современного состояния предприятий радиоэлектронной промышленности России…….. 405
Раздел 5. Экономика и менеджмент развития предприятий, комплексов, объединений..... 412
Бабкин А.В., Швидченко П.В. Стратегическое планирование развития предприятия в условиях цифровизации……... 412
Егоров Н.Е., Ковров Г.С., Павлова С.Н. Вопросы подготовки кадров для цифровой экономики региона…. 422
Жаров В.С., Жарова А.А. Целеориентирование процесса управления технологическим развитием производственных систем…….. 428
Исмагилова Л.А., Гилева Т.А., Галимова М.П. Цифровые компетенции: направления и методы развития…… 434
Кулибанова В.В., Тэор Т.Р. Эффективное управление системой внутренних коммуникаций как залог выживания предприятий в условиях кризиса…….. 444
Малюк В.И. Методика оценки эффективности инвестиций в повышение качества трудовых ресурсов предприятия……... 450
Михайлов В.В., Бабкин А.В., Щеголев В.Е. Применение цифровых технологий при материально-техническом обеспечении госзаказа на предприятиях ОПК…… 457
Оборина А.В. Ключевые аспекты системы мотивации производственного персонала в отрасли черных и цветных металлов…….. 469
Орешкина Н.С. Исследование уровня взаимосвязанности подсистем предприятия при их воздействии на устойчивость развития…….. 474
Попов Е.А. Проблемы развития сетевых компаний с регионально-ориентированной системой управления 484
Сунтеев А.Н., Тихонов В.С. Потенциал цифрового управления промышленным производством……... 490

Чипура С.И., Любек Ю.В., Джемилёв Э.Р. Разработка предложения по повышению эффективности российских нефтеперерабатывающих предприятий… 499
Баденко В.Л., Ядыкин В.К. Цифровая трансформация промышленности и предприятий: роль и место BIM технологий……... 506
Плахотникова М.А., Согачева О.В., Андросова И.В. Тенденции развития управленческих бизнес-процессов предприятия в условиях цифровой экономики…… 517
Раздел 6. Менеджмент качества, концепция «Умный город»……..……..…….. 526
Лихачев В.В. Проблемы адаптации концепции всеобщего управления качеством в практической деятельности предприятия…….. 526
Малышев А.Е. Особенности развития концепции «Умный город» в Санкт-Петербурге…….. 541
Овчинникова А.К. Оптимизация бизнес-процессов как фактор повышения конкурентоспособности……... 546
Токарев М.А. Организационные проблемы применения системы менеджмента качества на предприятии промышленного и гражданского строительства……... 558
Раздел 7. Финансы, инвестиции, инновационная деятельность в условиях цифровизации……. 568
Батаев А.В. Инновационные технологии в финансовой сфере: применение облачных автоматизированных банковских систем…….. 568
Бабкин А В, Се Канхуа Исследование и оценка инновационного потенциала цифрового предприятия.. 578
Батаев А.В. Оценка внедрения технологий больших данных в финансовых институтах……... 589
Батаев А.В. Цифровизация финансовой сферы: внедрение автоматизированных банковских офисов…. 598
Зинкевич О.В., Люкевич И.Н. Секьюритизация активов: виды и особенности механизмов…….. 607

Матиец Е.С., Люкевич И.Н. Операционные риски коммерческого банка: возможность оценки…… 617
Мотовилов О.В. Малый инновационный бизнес: развитие через взаимодействие с крупными компаниями…….. 626
Неелова Н.В. Перспективы и особенности цифровизации бухгалтерской отчетности в России…. 631
Никулина Е.Н., Тарасова Е.В. Проблемы бюджетного финансирования инвестиционных проектов на предприятиях ракетно-космической отрасли…… 640
Стецюнич Ю.Н., Зайцев А.А. Цифровизация налогообложения в РФ на современном этапе развития…….. 646
Шамина Л.К. Особенности реализации инновационных проектов в области экологии…… 656
Раздел 8. Инструменты и методы для экономического обоснования процессов цифровизации…… 661
Айгумов Т.Г., Мелехин В.Б., Эмирова Г.А., Хачумов В.М. Построение эмпирической зависимости показателей эффективности технологических процессов на основе экспертных данных…… 661
Бабкин А.В., Пестова А.Ю. Алгоритм оценки уровня цифровизации промышленного предприятия…… 673
Валевич Р.П., Владыко А.В. Планирование на основе гибких целей: ответ на вызовы цифровой экономики… 681
Вейс Ю.В. Механизмы стимулирования инвестиционной деятельности в России…….. 692
Казаку Е.В. Модель обоснования эффективности бюджетных инвестиций в строительство перспективных железнодорожных линий…… 698
Ларкин Е.В., Привалов А.Н., Акименко Т.А. Общий метод определения временных и вероятностных характеристик блуждания по параллельным полумарковским цепям…… 709

Скупченко Т.А. Анализ текущих изменений в налогообложении юридических лиц…… 720
Раздел 9. Университет 4.0 и подготовка кадров для современной экономики и промышленности. Социальные последствия цифровизации: цифровизация и проблемы рынка труда…… 729
Болдырев Ю.Я., Глухов В.В., Картавенко О.А. Подходы к оценке стоимости IT-специалиста для предприятия 729
Гуреева Е.Г., Мустафаев Т.А. Открытые рейтинговые системы инноваций и роль ведущих российских университетов…….. 738
Засенко В.Е., Жилинкова И.Н., Ходырев В.В. Совершенствование вузовской подготовки специалистов в условиях цифровизации экономики Российской Федерации…….. 746
Курочкина А.Ю. Прогнозирование развития профессиональных компетенций в условиях цифровой экономики……... 755
Подольская Т.О. Непрерывное образование как инструмент подготовки кадров в условиях цифровой экономики…….. 761
Бабкин А.В., Косыгина М.С., Здольникова С.В. Организационно-экономический механизм управления инновационным потенциалом промышленного кластера в системе государственно-частного партнерства…… 769
Заключение…….. 777

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сборник трудов научно-практической конференции
с зарубежным участием

20–22 июня 2019 года

Под редакцией доктора экономических наук,
профессора *А. В. Бабкина*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 17.06.2019. Формат 60×84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 48,75. Тираж 100. Заказ 17968b.

Отпечатано с готового оригинал-макета,
предоставленного научным редактором,
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.