

ISSN 2307-5368



ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ



№ 1 • 2023

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»
Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки РФ

№ 1 • 2023

ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ»
им. В. И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)



Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-84195 от 15 ноября 2022 г., выданное Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций – свидетельство ПИ № 77-12803 от 31 мая 2002 г.

«Петербургский экономический журнал»: научно-практический рецензируемый журнал включен в национальную базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ). Полные тексты публикаций в открытом доступе размещены на платформе eLIBRARY.RU.

Открыта подписка на «Петербургский экономический журнал». Индекс по каталогу: АО «Почта России», подписные издания, № 70658.

Петербургский экономический журнал: науч.-практ. рецензируемый журн. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет ЛЭТИ им. В. И. Ульянова (Ленина). – СПб., 2023. – № 1. – 110 с.

Дата выхода в свет 30.03.2023. Формат 60×84 1/8.

Объем 13,75 печ. л. Тираж 500 экз. Заказ .

Цена свободная

Адрес издателя и редакции: 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5 литера Ф

Отпечатано в Издательстве СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

197022, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5Ф

При использовании материалов ссылка на «Петербургский экономический журнал» обязательна

Редакционный совет

Кузьмина Светлана Николаевна – главный редактор, и. о. директора ИНПРОТЕХ, зав. кафедрой менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор экономических наук, профессор

Алматов Мыйманбай Закирович – зав. кафедрой метрологии и стандартизации КГТУ им. И. Раззакова, доктор технических наук, профессор

Аносова Людмила Александровна – начальник отдела общественных наук РАН – заместитель академика-секретаря Отделения общественных наук РАН по научно-организационной работе, доктор экономических наук, профессор

Афонин Петр Николаевич – проректор по стратегическому развитию СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор технических наук, доцент

Байдукова Наталья Владимировна – начальник управления аспирантуры и докторантуры СПбГУА им. А. А. Новикова, доктор экономических наук, профессор

Бахтизин Альберт Рудольфович – директор ЦЭМИ РАН, доктор экономических наук, профессор РАН

Брусакова Ирина Александровна – зав. кафедрой инновационного менеджмента СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор технических наук, профессор, действительный член Метрологической академии РФ, действительный член Международной академии высшей школы

Карпова Татьяна Петровна – профессор кафедры бухгалтерского учета и анализа СПбГЭУ, доктор экономических наук, профессор

Лисица Максим Иванович – доцент кафедры международного бизнеса СПбГЭУ, доктор экономических наук, доцент

Макаров Валерий Леонидович – научный руководитель Центрального экономико-математического института РАН, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН

Маслова Татьяна Дмитриевна – профессор кафедры маркетинга СПбГЭУ, доктор экономических наук, профессор

Михайлов Юрий Иванович – профессор кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор экономических наук, профессор

Мосияш (Сулейманкадиева) Алжанат Эльдеркадиевна – профессор специализированной кафедры ПАО «Газпром» и руководитель направления интеграции науки, образования и бизнеса Института магистратуры СПбГЭУ, доктор экономических наук, доцент

Окрепиллов Владимир Валентинович – научный руководитель Института проблем региональной экономики РАН, академик РАН

Editorial Board

Kuzmina Svetlana Nikolaevna – Chief Editor, Acting director of INPROTECH, head of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Economics, Professor

Almatov Myimanbai Zakirovich – Head of the Metrology and Standardization Department, KSTU named after I. Razzakova, DSc in Engineering, Professor

Anosova Lyudmila Alexandrovna – Head of the Social Sciences Department of the Russian Academy of Sciences – Deputy Academician-Secretary of the Social Sciences Department of the Russian Academy of Sciences for Scientific and Organizational Work, DSc in Economics, Professor

Afonin Petr Nikolaevich – Vice-Rector for Strategic Development, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Engineering, Associate Professor

Baidukova Natalya Vladimirovna – Head of the Postgraduate and Doctoral Studies Department, St Petersburg State University of Civil Aviation, DSc in Economics, Professor

Bakhtizin Albert Rudolfovich – Director of CEMI RAS, DSc in Economics, Professor of the Russian Academy of Sciences

Brusakova Irina Aleksandrovna – Head of the Innovation Management Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Engineering, Professor, full member of the Russian Metrological Academy, full member of the International Academy of Higher Education

Karpova Tatyana Petrovna – Professor of the Accounting and Analysis Department, St Petersburg State University of Economics, DSc in Economics, Professor

Lisitsa Maxim Ivanovich – Associate Professor of the International Business Department, St Petersburg State University of Economics, DSc in Economics, Associate Professor

Makarov Valery Leonidovich – Scientific Supervisor of the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, DSc in Physics and Mathematics, professor, academician of the Russian Academy of Sciences

Maslova Tatyana Dmitrievna – Professor of the Marketing Department, St Petersburg State University of Economics, DSc in Economics, Professor

Mikhailov Yuri Ivanovich – Professor of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Economics, Professor

Mosiyash (Suleimankadieva) Alzhanat Elderkadievna – Professor of the specialized department of PJSC «Gazprom» and head of the direction of integration of science, education and business of the Institute of Master's Degree at St Petersburg State University of Economics, DSc in Economics, Associate Professor

Okrepilov Vladimir Valentinovich – Scientific Supervisor of the Institute for Regional Economic Problems of the Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Покровская Надежда Ивановна – профессор кафедры инновационного менеджмента СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор социологических наук, профессор

Силаева Вера Владимировна – доцент кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», менеджер систем качества ГОСТ R, кандидат технических наук, доцент

Харламов Андрей Викторович – профессор кафедры общей экономической теории СПбГЭУ, доктор экономических наук, профессор

Цуканова Ольга Анатольевна – профессор кафедры экономики и стратегического менеджмента ИТМО, доктор экономических наук, профессор

Шашина Нина Сергеевна – и. о. зав. кафедрой экономики технологического предпринимательства СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор экономических наук, профессор

Шматко Алексей Дмитриевич – директор института проблем региональной экономики РАН, доктор экономических наук, профессор

Яценко Владимир Владимирович – доцент кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аудитор по качеству AFAQ-ASCERT, кандидат технических наук, доцент

Редакционная коллегия

Кузьмина Светлана Николаевна – главный редактор, и. о. директора ИНПРОТЕХ, зав. кафедрой менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор экономических наук, профессор

Михайлов Юрий Иванович – профессор кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор экономических наук

Сыроватская Ольга Юрьевна – доцент кафедры прикладной экономики СПбГЭТУ «ЛЭТИ», кандидат экономических наук, доцент

Фомин Владимир Ильич – доцент кафедры инновационного менеджмента СПбГЭТУ «ЛЭТИ», кандидат экономических наук

Шашина Нина Сергеевна – и. о. зав. кафедрой экономики технологического предпринимательства СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доктор экономических наук, профессор

Белов Владимир Александрович – ответственный секретарь, ст. преподаватель кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Pokrovskaya Nadezhda Ivanovna – Professor of the Innovation Management Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Sociology, Professor

Silaeva Vera Vladimirovna – Associate Professor of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, Manager of Quality Systems GOST R, PhD in Engineering, Associate Professor

Kharlamov Andrey Viktorovich – Professor of the General Economic Theory Department, St Petersburg State University of Economics, DSc in Economics, Professor

Tsukanova Olga Anatolyevna – Professor of the Economics and Strategic Management Department, ITMO, DSc in Economics, Professor

Shashina Nina Sergeevna – Acting head of the Economics of Technological Entrepreneurship Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Economics, Professor

Shmatko Aleksey Dmitrievich – Director of the Institute for Regional Economic Problems of the Russian Academy of Sciences, DSc in Economics, Professor

Yashchenko Vladimir Vladimirovich – Associate Professor of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, AFAQ-ASCERT quality auditor, PhD in Engineering, Associate Professor

Editorial College

Kuzmina Svetlana Nikolaevna – Chief Editor, Acting director of INPROTECH, head of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Economics, Professor

Mikhailov Yuri Ivanovich – Professor of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Economics

Syrovatskaya Olga Yuryevna – Associate Professor of the Applied Economics Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, PhD in Economics, Associate Professor

Fomin Vladimir Ilyich – Associate Professor of the Innovation Management Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, PhD in Economics

Shashina Nina Sergeevna – Acting Head of the Economics of Technological Entrepreneurship Department, Saint Petersburg Electrotechnical University, DSc in Economics, Professor

Belov Vladimir Alexandrovich – Executive Secretary, Senior Lecturer of the Management and Quality Systems Department, Saint Petersburg Electrotechnical University

СОДЕРЖАНИЕ

Актуальные проблемы социально-экономического развития общества, пути их решения

Авдеева Э. А. Трансформация топливно-энергетических балансов развитых стран мира на фоне современных вызовов и угроз..... 6

Петропавловская В. Б., Раткевич Е. А., Петропавловский К. С., Новиченкова Т. Б. Научная, инновационная и образовательная деятельность университета как инструменты реализации целей устойчивого развития 24

Теория и практика управления организационно-экономическими системами

Баранова Л. Ю., Ягья Т. С. Информационно-коммуникационные технологии как системообразующая часть цифровой экономики 31

Легашов М. А. Стоит ли ожидать очередную «зиму» искусственного интеллекта в скором времени..... 43

Инновационное развитие экономики и социально-культурной сферы

Брусакова И. А. Имитационное моделирование бизнес-процессов для цифровых двойников 51

Канунникова К. И. Государство как ключевой фактор перехода к экономике замкнутого цикла: зарубежный опыт..... 62

Экономика и управление хозяйствующими субъектами

Ваганова В. А., Мельничук Д. В. Система мониторинга отдельных элементов экономической безопасности предприятия..... 74

Кузьмина С. Н., Черникова А. В., Астраханцева А. Л. Практика использования технологии блокчейн в аудиторской деятельности 85

Поддубный И. В. Применение метода Хомского в структурном моделировании и расчете численности авиационно-технического персонала... 95

Правила оформления статей..... 104

CONTENTS

Current Problems of Social and Economic Development of Society and the Ways of Their Solution

Avdeeva E. A. Transformation of fuel and energy balances of the developed world against the backdrop of modern challenges and threats..... 6

Petropavlovskaya V. B., Ratkevich E. A., Petropavlovskii K. S., Novichenkova T. B. Scientific, innovative and educational activities of the university as a tools for the implementation of sustainable development goals..... 24

Theory and Practice of Managing Organizational and Economic Systems

Baranova L. Yu., Yagya T. S. Information and communication technologies as a system-forming part of the digital economy 31

Legashov M. A. Should we expect a next artificial intelligence «winter» in near future 43

Innovative Development of Economy and Social and Cultural Sector

Brusakova I. A. Simulation of business processes for digital twins..... 51

Kanunnikova K. I. The state as a key factor in the transition to a closed cycle economy: foreign experience..... 62

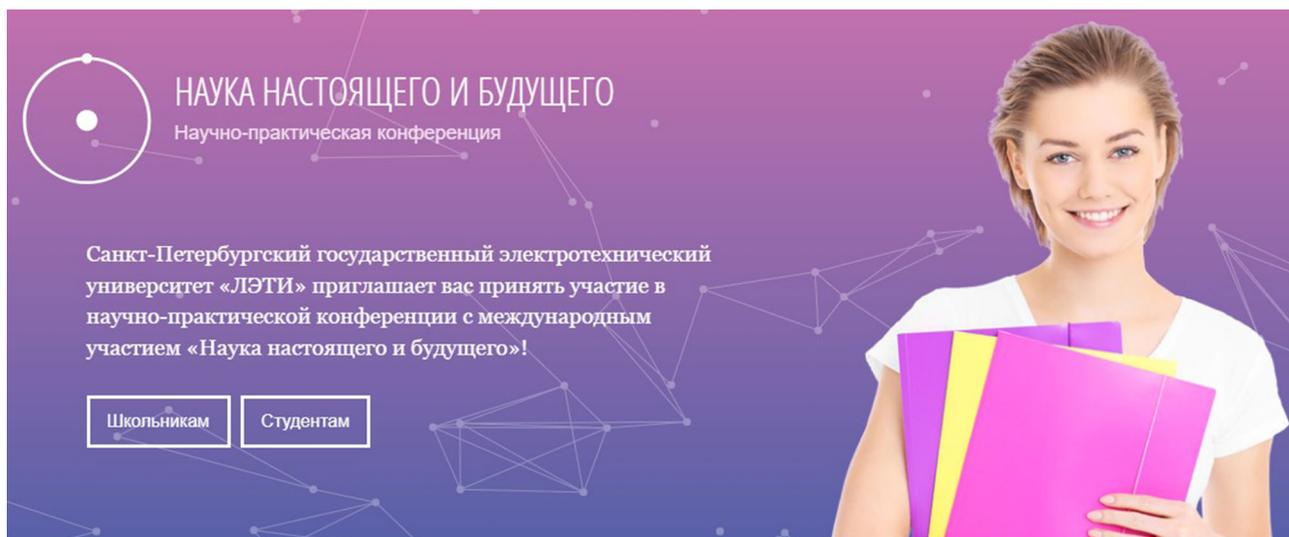
Business Entities Economy and Management

Vaganova V. A., Melnichuk D. V. Monitoring system for individual elements of the economic security of an enterprise 74

Kuzmina S. N., Chernikova A. V., Astrakhan-tseva A. L. Practice of using blockchain technology in auditing activities 85

Poddubniy I. V. Application of Chomsky method in structural modelling and creation of aircraft maintenance staffing 95

Rules of Registration of Articles..... 104



Для школьников

26 декабря 2022 начало [регистрации участников](#)

26 марта 2023 окончание регистрации и приема тезисов, докладов

10 апреля 2023 публикация списка участников, приглашенных на конференцию

17–22 апреля 2023 работа конференции

17–19 апреля — работа заочных секций

21 апреля — работа очных секций

22 апреля — знакомство с кафедрами и учебно-научными лабораториями, тематические мастер-классы. Подведение итогов, награждение победителей

Для студентов, аспирантов и молодых ученых

25 января 2023 начало [регистрации участников](#)

30 апреля 2023 окончание приема материалов

18–19(20) мая 2023 работа конференции

Каждый год ИНПРОТЕХ организует и проводит очные и заочные конференции для студентов, аспирантов, ученых, преподавателей и представителей индустрии. В этом разделе вы можете подробнее узнать о наших мероприятиях. По итогам каждой конференции выходят сборники научных публикаций.

Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные проблемы менеджмента»

Ежегодная конференция. Участие в конференции бесплатное. Рабочие языки — русский и английский.

В 2023 году конференция «Современные проблемы менеджмента» состоится 20 апреля, материалы принимаются до 20 марта 2023 г.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Редакция журнала рада приветствовать вас на страницах нашего издания. Был непродолжительный период перехода от одного учредителя к другому, теперь преемником стал Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина). Уверены, что сохраним и преумножим традиции научно-практического журнала «Петербургский экономический журнал» и будем полезными нашим читателям и авторам.

Мы постоянно работаем над тем, чтобы предоставлять вам актуальную и интересную информацию из разных областей научно-практической деятельности организаций национальной экономики и экономического сообщества в целом.

Мы стремимся быть максимально объективными и надежными и делаем все возможное, чтобы наши материалы были полезными для вас.

Ведь ваше доверие – это наша главная ценность!

Если у вас есть предложения или замечания к нашей работе, пожалуйста, не стесняйтесь обращаться к нам. Мы всегда открыты для диалога и готовы учесть ваши пожелания.



Благодарим вас за то, что выбираете нас в качестве источника информации. Мы будем стараться оправдывать ваше доверие и делать все возможное, чтобы вы оставались с нами долгое время.

С уважением,
главный редактор, д. э. н.
С. Н. Кузьмина

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 6–23
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 6–23

Научная статья
УДК 330.341.42

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ РАЗВИТЫХ СТРАН МИРА НА ФОНЕ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ И УГРОЗ

TRANSFORMATION OF FUEL AND ENERGY BALANCES OF THE DEVELOPED WORLD AGAINST THE BACKDROP OF MODERN CHALLENGES AND THREATS

Элана Александровна АВДЕЕВА

соискатель кафедры международных проблем ТЭК им. Н. П. Лаверова, МИЭП МГИМО МИД России, elavtraum@gmail.com

E. A. AVDEEVA

Candidate of the Department of International Problems of the N. P. Laverov Fuel and Energy Complex, MIEP MGIMO University, elavtraum@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс трансформации топливно-энергетических балансов США, Европы, стран Персидского залива, Китая и России на фоне современных вызовов и угроз, в частности эпидемиологических и геополитических изменений. В качестве основного подхода к исследованию данной проблемы был выбран системный и сравнительный анализ, были рассмотрены варианты развития топливно-энергетических комплексов стран по каждому из его направлений, в том числе нефтегазовому сектору, возобновляемым источникам энергии, атомной энергетике и др. В статье доказано, что преобразование топливно-энергетического баланса стран и развитие топливно-энергетического комплекса непосредственно зависят от уровня развития экономики, а также объемов выручки нефтегазовых компаний, потоков распределения ресурсов и стратегических векторов на государственном уровне, что приводит к дополнительным рискам при трансформации отрасли. В случае если правительством страны было принято решение о развитии одной перспективной технологии и цель достигается, то компания-производитель становится мировым лидером по развитию данной технологии на международном уровне. Выявлен соответствующий тренд у стран-лидеров в развитии возобновляемых источников энергии. Материалы статьи имеют практическую ценность для государственного сектора, осуществляющего процесс стратегического планирования и координации топливно-энергетического комплекса страны.

© Авдеева Э. А., 2023

Ключевые слова: современные тенденции развития, топливно-энергетический баланс, трансформация, энергоэффективность, международные нефтегазовые компании, возобновляемые источники энергии, атомная энергетика, передовые технологии в ТЭК

Abstract. *This article deals with transformation of fuel and energy balances of the USA, Europe, the Gulf countries, China and Russia against the background of modern challenges and threats, in particular epidemiological and geopolitical changes. A systematic and comparative analysis was chosen as the main approach to the study of this problem; different approaches to the development of the countries' fuel and energy complexes in each direction, including the oil and gas sector, renewable energy sources, nuclear power, etc., were considered. The article proves that the development of fuel and energy complex and fuel and energy balances of the countries is directly dependent on the level of economic development, as well as the revenues of oil and gas companies, distribution flows and strategic vectors at the state level, which leads to additional risks in case of transformation. If a government decides to develop one promising technology and the goal is achieved, the producing company becomes the world leader in developing that technology internationally. A relevant trend in the leading countries in renewable energy sources development is identified. The materials of the article are of practical value for the public sector implementing the process of strategic planning and coordination.*

Keywords: *modern development trends, fuel and energy balance, transformation, energy efficiency, international oil and gas companies, renewable energy sources, nuclear power, advanced technologies in FEC*

Введение

После стабилизации ситуации с коронавирусом в мировых центрах столкнулись с нехваткой энергии. Мировой энергетический кризис, возникший в 2021 г., стал переходить в общий экономический и финансовый. Особенностью новейшего мирового кризиса энергетики стало то, что этот кризис во многом оказался связан с зеленой энергетикой. Множество процессов объявленного и в значительной мере навязываемого со стороны ЕС и США энергоперехода пошло несбалансированно. Аналитики в области энергетики утверждают, что Европа слишком быстро стала отходить от ископаемого топлива, прежде чем смогла обеспечить достаточные мощности и систему возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для восполнения недостатка энергии в кризисной ситуации. В Российской Федерации формируются новые логистические цепочки в сфере поставок углеводородного сырья и

продуктов его переработки, а также модели бизнеса вследствие санкций.

Достаточно большое число исследований посвящено вопросам ТЭК и ТЭБ, в том числе нефтегазовой отрасли отдельных стран, однако скорость изменения геополитических, экономических, а также иных современных процессов, влияние вызовов и угроз способствуют необходимости более регулярного изучения тематики для выработки наиболее оптимальных векторов развития подотраслей ТЭК.

Целый ряд авторов изучают нефтегазовый сектор ТЭК Китая (Liu D., Wang Q., Yan K. X., 2022 [1], Wei D., Zhao Y., Liu H., Yang D., Shi K., Sun Y., 2022 [2], Li L., 2022 [3], Авдеева Э. А., 2021 [4, 5]), ВИЭ Китая (Yang X. J., Hu H., Tan T., Li J., 2016 [6], Wei X., Che H., 2020 [7]), декарбонизацию ЕС (Panarello D., Gatto A., 2023 [8]), ТЭК России (Sheveleva A., 2021 [9], Тяглов С. Г., 2022 [10], Миллер Е. М., 2022 [11]) и др.

Методы исследования

Автор изучил научную литературу по исследуемой проблеме, в результате чего дополнил сложившиеся взгляды и предложил авторское видение данного вопроса, при этом ТЭБ страны рассматривался как вектор развития экономики страны. Был применен системный подход, который позволил в комплексе рассмотреть ряд разноплановых элементов, которые до этого изучались отдельно. На основе анализа современного состояния и оценки перспектив развития ТЭК передовых экономических стран с учетом влияния вызовов и угроз путем обобщения и синтеза полученных результатов сделаны основные выводы.

Результаты и дискуссия

На фоне изменений 2022 г. Европа быстро начала осуществлять переход от ископаемого топлива и импортируемых из Российской Федерации углеводородов к ВИЭ, а также технологиям использования мазута и угля, которые ранее частично или полностью были выведены из эксплуатации на основании политических, экологических и других решений. В ЕС объемы экологических, социальных и управленческих (ESG) инвестиций были на пике в 2021 г., однако по итогу 2022 г. приток значительно ниже, а доля угольной генерации растёт ежегодно [12].

В долгосрочной перспективе политика энергетической безопасности будет стимулировать инвестиции в энергоэффективность и ВИЭ как ключевой инструмент для энергетики. Например, план RePower EU [13] предусматривает возможность ЕС отказаться от импорта российской нефти, газа и угля к 2027 г., к 2030 г. удвоить производство биометана в Европе и утроить мощность производств зеленого водорода за счет увеличения его производства и импорта, массового развертывания проектов ветряной и солнечной энергии, установки около 30 млн тепловых насосов, развития объединенной энергетической инфраструктуры. К 2030 г. доля ВИЭ в предложении первичной энергии ЕС должна составлять 45 %. На протяжении всего 2022 г. вводились пакеты санкций ЕС в отношении России, а в 2023 г. декларируются намерения

о продолжении ввода мер, в том числе по энергетическим вопросам.

Необходимость восполнения недостатка энергии в кризисной ситуации 2022 г. не могла быть обеспечена только ВИЭ, вследствие чего происходит возврат к использованию угля и ядерной энергетике. Страны ЕС, Великобритания, Индия и другие страны рассматривают атомную энергетику как важнейшую часть своего будущего энергетического баланса. Германия не приостановила деятельность трех ядерных реакторов, а продлила их срок до апреля 2023 г. Парк Франции состоит из 56 реакторов, которые обеспечивают около 70 % его мощности по выработке электроэнергии [14], что является самой высокой долей в мире и более чем в три раза превышает показатель в Америке. В то же время 1/4 реакторов выведена из строя из-за ремонта и других технических проблем и Франция вынуждена импортировать дорогую электроэнергию из Германии. Ввод новых мощностей по оценочным данным может быть реализован только к 2043 г., а правительство Великобритании согласовало строительство новой угольной шахты впервые за 30 лет на северо-западе Англии в портовом городе Уайтхейвен графства Камбрии [15].

В Европе следует ожидать увеличения краткосрочных капиталовложений в производство и потребление ископаемого топлива, особенно за счет существующих или недавно выведенных из эксплуатации активов. Делаются шаги к диверсификации источников импорта ископаемого топлива в интересах как ценовой, так и энергетической безопасности, хотя диверсификация от российского газа потребует времени для преодоления логистических препятствий и импортных ограничений. Наконец, там, где снижение цены невозможно за счет увеличения внутреннего производства или диверсификации источников, вероятен возврат к более дешевым, но более эмиссионным видам топлива, таким как уголь, и это уже наблюдается. Чехия, Болгария, Румыния, Италия и Германия указали, что в краткосрочной перспективе они могут использовать больше угля [16]. Что касается параллельных инвестиций в ускорение развертывания зеленых технологий, может возникнуть конкуренция за ресурсы с

другими неотложными потребностями, такими как оборона, смягчение наиболее регрессивных последствий повышения цен на энергию и гуманитарная деятельность.

В то же время страны Персидского залива подписали Глобальное обязательство по метану, которое обязывает их сократить выбросы этого мощного парникового газа. Ежегодный климатический саммит ООН запланирован в ОАЭ в 2023 г.

Саудовская Аравия планирует построить 54 ГВт возобновляемых источников энергии к 2032 г., ОАЭ – 100 ГВт ВИЭ к 2030 г. в стране и за рубежом, по сравнению с совокупными инвестициями в 15 ГВт в 2021 г. [17].

В 2021 г. ОАЭ открыли первый в своем регионе завод по производству «зеленого водорода», но уже к 2030 г. ОАЭ и Саудовская Аравия планируют контролировать 1/4 или более мирового экспортного рынка чистого водорода с применением новейших технологий. К примеру, на 2026 г. запланировано открытие завода по производству «голубого аммиака» из природного газа [18].

Важной особенностью стран Персидского залива является слишком большая зависимость от доходов, получаемых национальными энергетическими компаниями, на долю которых приходится большая часть государственных бюджетов (рис. 1) [17].

Если водородная экономика начнет развиваться, по оценкам консультанта Роланда Бер-

гера, к 2050 г. годовой доход стран Персидского залива может составить от 120 до 200 млрд долларов США [19]. Это намного меньше, чем они получают сейчас от нефти и газа; объем продаж одной только Aramco в первой половине 2022 г. составил более 300 млрд долларов. Учитывая ситуацию на международном рынке торговли углеводородами и частичное прекращение нефтяного бума, следует акцентировать внимание на экологической повестке в странах Персидского залива.

Также благодаря высоким ценам на нефть энергетические компании региона продолжают вкладывать значительные средства в расширение производства. Капитальные затраты Aramco в 2022 г. составили порядка 50 млрд долларов, и тенденция будет продолжаться, так как плановое увеличение мощности к 2027 г. составляет 13 млн баррелей в сутки (б/сут). На текущий момент – 12 млн б/сут [20]. ADNOC потратит 150 млрд долларов США на капитальные проекты с целью увеличения производительности примерно с 4 до 5 млн б/сут. Qatar Energy – 80 млрд долларов США в период с 2021 по 2025 гг. в расширение производства сжиженного природного газа (СПГ) на 2/3 к 2027 г. [21].

На текущий момент нефтегазовый рынок США также преобразуется на фоне создания лучших условий на фоне геополитической обстановки, однако возникают дополнительные сложности, в том числе финансовые, для работы непосредственно в США.

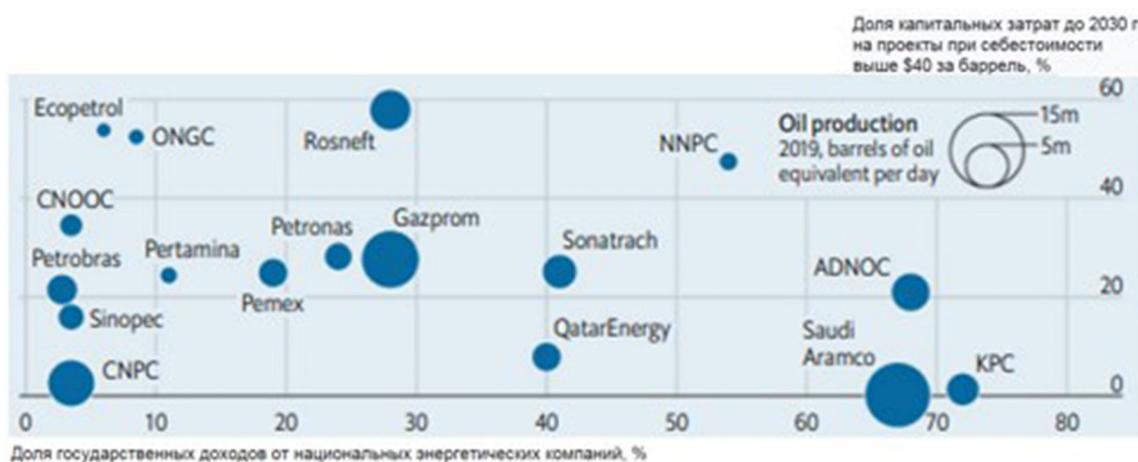


Рис. 1. Отношение капитальных затрат к доходам государства от национальных энергетических компаний (2021)

Fig. 1. The ratio of capital expenditures to government revenues from national energy companies (2021)

В США краткосрочная тенденция также, вероятно, будет заключаться в увеличении производства ископаемого топлива для решения проблемы роста внутренних цен и поддержки диверсификации поставок энергоносителей в Европу. В 2022 г. спред сырой нефти Brent – West Texas Intermediate (WTI) вырос по сравнению с 2021 г., поскольку европейским странам необходимо было заменить поставки сырой нефти из России [22].

По прогнозам EIA, мировая добыча нефти вырастет на 1 % (1,1 млн б/сут) с 2022 по 2023 г. На США и ОПЕК приходится большая часть прироста мировой добычи, что компенсирует снижение добычи в России, которая может упасть с 10,9 млн б/сут в 2022 г. и до 9,5 млн б/сут в 2023 г. в результате санкций. Добыча в США вырастет на 5 % (1,0 млн б/сут) в 2023 г., а добыча жидкого топлива ОПЕК (включая сырую нефть) увеличится на 0,5 % (160 тыс. б/сут) в 2023 г. [23].

Существует вероятность, что мировая добыча нефти в 2024 г. увеличится на 2 % (1,7 млн б/сут) за счет увеличения добычи в США и ОПЕК, соответственно, на 3 % (650 тыс. б/сут) и на 2 % (680 тыс. б/сут).

Следует отметить, что прогнозные данные постоянно пересматриваются не только на уровне EIA (рис. 2) [24], но и в других аналитических агентствах.

Рост мирового ВВП, основанный на прогнозах Oxford Economics [25], составляет в среднем 1,8 % в 2023 г. и 3,3 % в 2024 г., что способствует увеличению спроса на нефть.

В то же время мировое потребление жидкого топлива увеличится на 1 % в 2023 г. (1,0 млн б/сут), а затем на 2 % (1,7 млн б/сут) в 2024 г. Прогноз потребления нефти в 2024 г. превышает потребление в 2019 г. Рост обусловлен ростом спроса на нефть в Китае и Индии в течение ближайших двух лет [26].

По данным The Wall Street Journal [27], международные нефтегазовые компании Chevron и Exxon пересмотрели прогнозы в сторону уменьшения объемов добычи методом гидроразрыва. В частности, в бассейне Permian добыча нефти и газа в 2022 г. у Exxon выросла только на 20 % (запланировано – 25 %), а Chevron достиг нижней границы в 700 тыс. б/сут.

С 2020 г. в США закрыли или сократили производство на девяти НПЗ: Phillips 66 (Родео, Калифорния) – переоборудование в начале 2024 г.; Phillips 66, Alliance (Бель-Шасс, Луизиана) – анонс о закрытии был в ноябре 2021 г.; Hollyfrontier (Шайенн, Вайоминг) – закрыт в июне 2020 г.; два НПЗ Marathon Petroleum (Мартинес, Калифорния и Гэллуп, Нью-Мексико) – переоборудование в начале 2023 г.; Calcasieu (Лейк-Чарльз, Луизиана) – закрыт в августе 2020 г.; НПЗ (Сент-Джеймс, Луизиана) – анонс о закрытии был в ноябре 2020 г.; Limetree Bay (Виргинские острова) – продан в декабре 2021 г.; Lyondellbasell (Хьюстон, Техас) – закрытие к концу 2023 г. [28].

Средняя загрузка НПЗ США в третьем квартале 2022 г. в результате высокой оптовой наценки на продукцию снизилась по сравнению с рекордными максимумами во втором

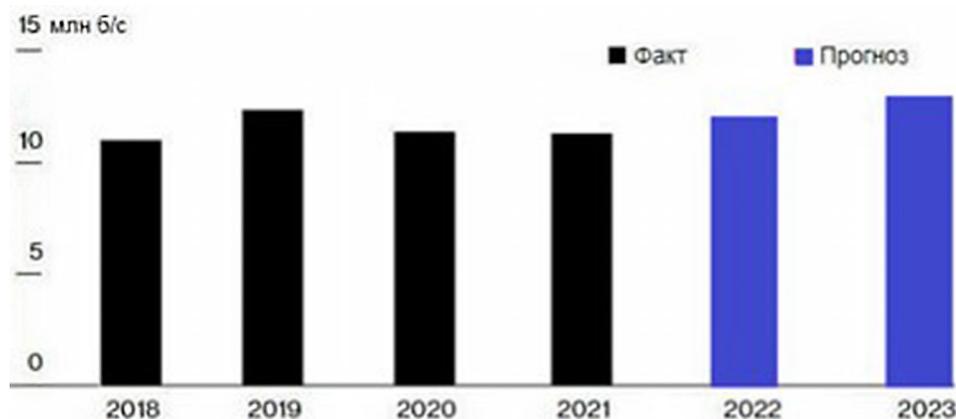


Рис. 2. Добыча нефти в США
Fig. 2. Oil production in the USA

квартале 2022 г. [29]. Модернизация трех НПЗ, которая завершится к концу 2023 г., добавит стране 350 тыс. б/сут нефтеперерабатывающих мощностей, что сравнительно меньше объемов, которые были на закрытых заводах (мощность 1 млн б/сут). Повышенные цены на бензин и дизтопливо отражают текущую ситуацию в нефтеперерабатывающей отрасли, где запасы ряда продуктов переработки находятся на низком уровне. В 2023 г. ограниченный рост мирового спроса на бензин в сочетании с увеличением производства бензина приведет к увеличению запасов бензина в США. Дополнительные мощности НПЗ, которые были введены в эксплуатацию в конце 2022 г., в сочетании с дополнительным расширением мощностей, которые, как ожидается, будут введены в эксплуатацию в 2023 г., также будут способствовать увеличению поставок как бензина, так и дизельного топлива на международный рынок, что будет способствовать дальнейшему снижению мировых цен в 2023 и 2024 гг.

С 2021 г. объем природного газа, используемого для поддержки экспорта СПГ из США, превысил объем, потребляемый в коммерческом секторе. Большая часть экспорта СПГ направляется в Европу для преобразования ранее сформированных логистических поставок, что способствовало повышению спроса на СПГ в США. По оценкам EIA, установленные мощности по экспорту СПГ в США в июле 2022 г. увеличились на 53,8 млн м³/сут с ноября 2021 г. за счет следующих объектов: Sabine Pass – работа 6-й очереди на СПГ; Calcasieu Pass – 18 новых среднетоннажных линий сжижения; Sabine Pass и Corpus Christi LNG – увеличены мощности по производству.

Волатильность цен на природный газ в 2022 г. составляла до 50 %, где средняя цена на Henry Hub была на уровне 6,84 долларов США/млн БТЕ. Даже при условии закрытия экспортного терминала СПГ Freeport 8 июня 2022 г. высокий спрос был обусловлен со стороны электроэнергетического сектора.

Эксперты прогнозируют, что на конец марта 2023 г. объемы природного газа в подземных хранилищах газа (ПХГ) США будут составлять 40 млрд м³, что на 8 % ниже среднего уровня за 5 лет [30].

В 2022 г. данный показатель был ниже среднего уровня на 6 % и составил 99,1 млрд м³. В 2023 г. ведомство прогнозирует рост добычи природного газа до 2,8 млрд м³/сут, однако объемы ПХГ не будут значительно увеличиваться.

В 2022 г. в США наблюдались высокие цены на моторное топливо (в октябре 2022 г. – 1,01 доллар США за литр бензина) по сравнению с 2021 г. – 0,86 долларов США за литр и с 2020 г. – 0,56 долларов США за литр [31], а также повышение стоимости природного газа на внутреннем рынке (в октябре 2022 г. – 232 долларов США за тыс. м³, а максимум – 340 долларов США за тыс. м³; в 2021 г. – 193 долларов США за тыс. м³) и рекордно низкий уровень запасов нефти и дизельного топлива за 40 лет (соответственно, 427 млн баррелей нефти [32], минимальный уровень в 2008 г. составлял 106,8 млн баррелей дизельного топлива и мазута) [33].

ESG-повестка актуальна для правительства США, вследствие чего в 2023 г. могут вступить в силу правила по уменьшению выбросов метана при добыче нефти и газа на 74 % от уровня 2005 г. к 2035 г., однако потребность спроса не подтверждена рынком.

Добыча сланцевого газа и нефти демонстрирует замедлившийся рост на базе максимального истощения незаконченных скважин (DUC), которые последовательно сокращаются [34].

Наибольший прирост производства электроэнергии в США приходится на ВИЭ (солнечную и ветровую). Прогнозируется, что на долю ВИЭ придется 22 % генерации в США в 2022 г. и 24 % в 2023 г. (20 % в 2021 г.) [35].

Доходы нефтегазовых компаний США, а также подотраслей в 2022 г. значительно выросли по сравнению с показателями предыдущего года: переработка и сбыт (273 %); интегрированная добыча (106 %); нефтегазовое оборудование и услуги (73 %); разведка и добыча (116 %); хранение и транспортировка (23 %) [36].

Китай является вторым по величине потребителем нефти и газа в мире и шестым по величине производителем нефти и газа в мире. На китайском энергетическом рынке доминируют государственные нефтегазовые компании, разрабатывающие внутренние запасы страны, строящие и эксплуатирующие

трубопроводы, восполняющие свои стратегические запасы нефти (SPR).

Потребление нефти в Китае выросло до 14 225 тыс. б/сут в 2020 г. по сравнению с 14 005 тыс. б/сут в 2019 г. Ожидается, что это привлечет крупные инвестиции для удовлетворения спроса [37].

Кроме того, для удовлетворения спроса страны на нефть и газ и увеличения внутренних поставок энергии в 2020 г. Министерство природных ресурсов Китая объявило об открытии прямых иностранных инвестиций в нефтегазовую промышленность, чтобы позволить иностранным компаниям разведывать и добывать нефть и газ на его территории.

В феврале 2021 г. китайская компания CNOOC объявила об общих капитальных затратах в размере 15,46 млрд долларов США при целевой чистой добыче 545–555 млн баррелей нефтяного эквивалента (Мбнэ) [38].

CNOOC повысила план добычи на 2023 г. примерно на 8 % до рекордных 650–660 Мбнэ и стремится к 6 % среднегодовому росту добычи к 2025 г., когда, по прогнозам, добыча достигнет 2 Мбнэ в сутки. CNOOC заявила, что в 2023 г. планирует начать добычу на девяти новых проектах, включая отечественные месторождения Bozhong 19-6 в бассейне Бохайского залива и Lufeng 12-3 в бассейне устья Жемчужной реки, а также глобальные проекты, такие как Мего 2 в Бразилии и Рауара в Гайане.

CNOOC также ускоряет бурение угольных пластов на метан в наземном бассейне Ордос на севере Китая, а также раннюю разведку сланцевой нефти в бассейне Бейбуван в Южно-Китайском море.

В ноябре 2021 г. ExxonMobil объявила об окончательном инвестиционном решении (FID) о строительстве многомиллиардного нефтехимического комплекса в южнокитайской провинции Гуандун. Завод Dayawan будет производить высококачественные полимеры, используемые в производстве пластиковой продукции, автомобилестроении, сельском хозяйстве и потребительских товарах для гигиены.

Ожидается, что осуществление некоторых крупных инвестиций с помощью отечественных и иностранных фирм будет стимулировать китайский рынок нефти и газа. К примеру, на-

чата разработка скважины в районе нефтяного месторождения Фуман и основного блока добычи сырой нефти на месторождении Тарим, при этом глубина бурения – 8470 м, а высота столба нефти – 550 м.

В сентябре 2021 г. CNOOC Limited объявила о «крупном открытии» на нефтяном месторождении Кенли 10-2, которое расположено в южной части Бохайского залива со средней глубиной воды около 50 футов.

В январе 2022 г. Sinorec обнаружила новый нефтегазовый район с запасами более 140 млн тонн нефти и газа в Таримском бассейне Синьцзян-Уйгурского автономного района на северо-западе Китая. По последним данным, подтвержденные запасы нефтегазового месторождения Шунбэй компания Sinorec оценивает в 1,67 млрд метрических тонн нефтяного конденсата и 94,58 млрд м³ природного газа [39].

По оценочным данным китайский рынок нефти и газа зафиксирует среднегодовой темп роста более 5 % в течение прогнозируемого периода 2022–2027 гг. Вспышка COVID-19 в первом квартале 2020 г. оказала негативное влияние на китайский рынок нефти и газа с точки зрения сокращения инвестиций, нехватки импортных квот и дальнейшего снижения потребления топлива в Китае. Ожидается, что такие факторы, как открытие новых месторождений нефти и газа, рост инвестиций в нефть и газ и растущий спрос на энергию с ростом населения, будут стимулировать рынок нефти и газа в течение прогнозируемого периода. В то же время растущий спрос на ВИЭ будет препятствовать росту рынка углеводородов в течение прогнозируемого периода. В Азии также существует риск активного возврата к углю в ближайшем будущем.

По данным Главного таможенного управления (ГТУ) КНР, импорт сырой нефти в Китай сокращался с 2020 г., несмотря на всплеск закупок в четвертом квартале 2022 г., поскольку строгие меры контроля COVID-19 в стране подорвали экономику и спрос на топливо. Так, импорт нефти за весь 2022 г. составил 508,28 млн т, что эквивалентно 10,17 млн б/сут, что на 0,9 % ниже, чем в 2021 г. [40].

На фоне снижения цен на нефть в декабре 2022 г. государственные и независимые НПЗ

реализовывали экспортные квоты и приобретали нефть из стран Персидского залива. По данным Energy Aspects, импорт нефти в Китай в 2023 г. может увеличиться на 1,1 млн б/сут.

Механизмы использования экспортных квот на нефтепродукты и импортных квот на нефть ориентированы на увеличение загрузки независимых НПЗ в ответ на спрос в процессе восстановления экономики Китая после снятия ограничений по COVID-19.

Рынок переработки нефти и газа в Китае будет расти со среднегодовым темпом роста более 4,58 % в течение 2020–2025 гг. Политика налогообложения и планы развития, такие как увеличение мощностей по переработке и проекты строительства трубопроводов, стимулируют развитие рынка переработки. Однако ожидается, что волатильность цен на сырую нефть в последнее время и продолжающийся переход на более низкую энергоёмкость в Китае, а также увеличение поставок электромобилей будут препятствовать росту рынка переработки нефти и газа.

Китай лидирует на мировом рынке мощностей НПЗ. В ближайшие три года регион может добавить около 3721 млн б/сут новых перерабатывающих мощностей за счет ввода новых НПЗ. По оценочным данным, мощность коксования может составить до 2371 млн б/сут в 2023 г.

По оценочным данным 2022 г., в Китае функционирует 204 завода по переработке сырой нефти. Суммарная мощность трех крупнейших действующих НПЗ – 934 млн б/сут [41].

Сокращение импорта природного газа (включая СПГ) до 109,25 млн т в 2022 г. связано с резким снижением закупок СПГ из-за роста мировых цен и замедления роста экономики.

В апреле 2020 г. китайская компания Sinopet приступила к строительству резервуаров для хранения на втором этапе своего проекта терминала в Тяньцзине для приема СПГ. На втором этапе планируется построить пять резервуаров СПГ вместимостью 220 тыс. м³ каждый и новый причал для судов СПГ. В июле 2020 г. Pipe China согласилась купить трубопроводы и хранилища на сумму 55,9 млрд долларов США.

По состоянию на 2021 г. в стране насчитывается почти 110 000 км магистральных газопроводов, а нефтепроводов – почти 27 441 км.

В связи с растущим спросом на природный газ страна планирует построить к 2030 г. 23 газохранилища с инвестициями в размере около 8,5 млрд долларов США. Ожидается, что завершение строительства хранилищ, наряду с предстоящим вводом газопроводов в стране, в ближайшем будущем подстегнет сектор транспортировки и переработки.

Таким образом, исходя из вышеупомянутых факторов, ожидается, что в сегменте среднего потока на китайском рынке нефти и газа в течение прогнозируемого периода будет наблюдаться значительный рост.

Цифровые технологии уже сокращают затраты на переработку и технологические потери, но модернизация нефтегазового сектора превращается из стратегического выбора в императив.

Китай активно стремился улучшить интеграцию внутренней сети нефтепроводов страны, а также установить международные нефтепроводные соединения с соседними странами для диверсификации маршрутов импорта нефти. Крупные магистральные трубопроводы с Россией и Мьянмой являются свидетельством диверсификации.

Национальное управление энергетики Китая (NEA) сообщает, что за первые 11 месяцев 2022 г. страна добавила 65,7 ГВт солнечной и 22,5 ГВт ветровой энергии. В NEA заявили, что, если Китай достигнет своей цели по установке 160 ГВт [42] ветровой и солнечной энергии к 2023 г., это будет означать годовой рост на 33 %. По оценочным данным ассоциации производителей солнечной энергии в 2023 г. ожидается рекордный рост на 30 % мощности солнечной энергетики Китая, которая увеличится с 95 до 120 ГВт [43].

Longi Solar заявила, что инвестирует 42,5 млрд юаней (6,65 млрд долларов США) в 100 ГВт мощностей солнечных пластин и 50 ГВт солнечных батарей в провинции Шэньси КНР. Ввод в эксплуатацию запланирован на 2025 г. [44].

С начала введения в 2014 г. адресных санкций против российского ТЭК на морские

технологии в РФ практически были заморожены геологоразведочные работы (ГРР) и новые проекты на шельфе арктических морей и Дальнего Востока.

В прогноз развития мировой экономики и ТЭК РФ в связи со специальной военной операцией на Украине и санкционной реакцией ряда стран ЕЭС и США относительно России необходимо внести определенные коррективы. Последствия санкций, скорее всего, выразятся в сокращении добычи и экспорта энергоресурсов, замедлении модернизации НПЗ и потере инвестиций в ТЭК РФ.

Снижение экспортных потерь возможно компенсировать только переориентацией поставок в страны, которые не ввели санкции, например, в мае 2022 г. Россия стала вторым крупнейшим поставщиком нефти в Индию, направив около 819 тыс. б/сут, а экспорт в Китай увеличился на 10 % [45]. Возможен дальнейший рост экспорта по данным направлениям.

При этом июньский шестой пакет санкций ЕС также включает запрет финансирования и страхования судов, перевозящих российскую нефть. Фактически это означает, что с 2023 г. перевозчики российской нефти будут отрезаны от европейского страхового рынка, на который приходится 90 % страхования всего морского грузооборота.

Финансовые ограничения, дополнительные потенциальные издержки страховых компаний, недостаточное количество перевозчиков вызвали затруднения в переориентации потоков и объемов экспорта в 2022 г. Установленные ограничения существенно повышают риски в некоторых сегментах. Основным риском в сфере нефтедобычи является ограничение доступа к строительству высокотехнологичных горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта. Можно также выделить следующие последствия ввода санкций [46]:

- запрет США, Канады, Австралии, Великобритании и ЕС на импорт российской нефти и нефтепродуктов способствует потери до 60 млн т экспорта (до 40 % экспорта товарных групп);

- ограничения США, ЕС, Норвегии, Швейцарии, Японии, Великобритании на импорт

оборудования нефтедобычи и нефтепереработки снизит эффективность и планы по модернизации оценочно на 70 %;

- выход из совместных нефтегазовых проектов приведет к оттоку инвестиций до 50 % по каждому проекту, а также на последующий запрет инвестиций компаний из США, ЕС;

- снижение экспорта газа из России может способствовать снижению объемов добычи на 15–20 % по сравнению с 2021–2022 гг., при этом производство и экспорт СПГ увеличится более чем на 5–10 %;

- запрет на импорт угля, принятый рядом стран, способствует сокращению экспорта в объеме до 25 млн т в год;

- выход из инвестиционных проектов в области электроэнергетики, приостановка действия «зеленых» сертификатов, а также прекращение поставок оборудования способствуют сокращению всех показателей (мощности, инвестиции) оценочно на 25 %;

- запреты в судостроении и судоходстве влекут остановку ряда логистических направлений, а также снижение объемов производства и обновления технологической базы.

Невозможность оплаты транзакций на фоне отключения ряда банков от международных платежных систем вносит дополнительные сложности в реализацию нефтегазовых проектов, а также развитие ТЭК России.

Россия перенаправила поставки нефти в Китай, Индию, Турцию и другие развивающиеся страны, однако объемы, ранее отгружаемые в Европу, не компенсированы в полном объеме. Эмбарго ЕС и установление ценового потолка, установленного в декабре 2022 г., способствовали снижению экспорта нефти более чем на 10 % [47].

По ряду международных прогнозов добыча нефти в 2023 г. в России может упасть на 1,4 млн б/сут (на 18 %) [48]. Однако по данным российского правительства и ряда аналитических агентств аналогичный показатель уменьшится на 5–10 % [49].

Также растут риски в сфере переработки нефти на фоне существенного снижения эффективности работы и сокращения планов модернизации НПЗ, связанных с использованием катализаторов крекинга, гидрокрекинга

и гидроочистки, необходимых для производственного процесса.

Переориентация экспортных поставок природного газа частично осуществлена в 2022 г. на фоне инцидентов на ветках «Северный поток» и «Северный поток-2».

Ускоренное импортозамещение – потенциальный вектор развития ТЭК, так как ранее он был ориентирован на использование зарубежных технологий, которые вытеснили производителей отечественного оборудования. Нарастание поставок буровых установок из Китая (в 2020 г. – 15 %) и субсидирование внедрения нового российского оборудования, которое уже проходит испытания (роторные управляемые системы (РУС), скважинное геофизическое оборудование, флот МГРП и др.), – дополнительные меры по импортозамещению.

Ограничение экспорта российских катализаторов (~15 % от объема внутреннего рынка) будет способствовать насыщению внутреннего рынка. В противном случае возможно снижение экологических требований к производству и соответствующие риски возрастут.

При приостановке сотрудничества с I-REC Standard Foundation (международная некоммерческая организация, которая разработала и внедрила надежный механизм отслеживания происхождения электроэнергии) возникают дополнительные риски для отечественных ВИЭ, а именно в части «зеленых» сертификатов, которые необходимы для международного сотрудничества. Кроме того, высока доля импортных комплектующих в оборудовании, которое необходимо замещать для реализации новых топливно-энергетических проектов.

Минэнерго России определяет основными векторами стабильного функционирования отрасли такие направления, как энергетический переход, цифровизация, декарбонизация и импортозамещение. При этом энергетическая безопасность и импортозамещение – стратегически перспективные направления для развития потенциала ТЭК России и стимулирования экономики страны в целом [50].

В Минэнерго считают, что для России сейчас тактически важно выявить участки, где есть критическая зависимость от технологий и

оборудования недружественных стран, и найти пути обхода санкционных механизмов. Стратегически же важно провести полное замещение импортных технологий по ключевым цепочкам.

Вместе с тем практически все среднесрочные и долгосрочные программы, прогнозы и планы в ТЭК, принятые в 2020–2021 гг., определяющие цели и схемы научно-технологического развития отраслей ТЭК, развития нефтяной и газовой отраслей, атомной энергетики, нефтепереработки и нефтехимии, сжиженного природного газа, реализации низкоуглеродной стратегии РФ, водородных проектов, импортозамещения и других направлений [51, 52], необходимо детально корректировать. Так, министерство энергетики РФ активно внедряет программы субсидирования и дотаций для реализации важных перспективных проектов. К примеру, механизм субсидирования предусматривается для зарядных станций для электромобилей российского производства с присоединяемой мощностью не менее 149 кВт [53], механизм субсидирования метановых заправок [54] и другие проекты.

Изменения в регулирующие документы в данной области постепенно вносятся на различных уровнях государственного управления.

Заключение

Резюмируя результаты проведенного анализа состояния ТЭК и ТЭБ рассмотренных стран, можно отметить следующее:

- 1) Европа осуществляет корректировку логистических поставок углеводородов, а также рассматривается вопрос ускорения сроков ввода в эксплуатацию новых энергетических мощностей, в том числе противоречащих ранее декларированным повесткам;
- 2) страны Персидского залива на фоне высоких цен на нефть намереваются инвестировать значительные средства в нефтегазовый фонд, а также повсеместно эффективно использовать возобновляемые источники энергии;
- 3) США ориентированы на развитие международной логистики по поставкам углеводородов в ущерб внутреннему рынку, где происходит постепенное истощение ресурсов и устаревание оборудования;

4) Китай осуществляет комплекс мер по развитию внутреннего рынка, который ориентирован как на освоение новых месторождений и ввод новых НПЗ, так и расширение логистической составляющей;

5) Российская Федерация реализует процесс перехода к модели автономного участника рынка. Энергетический переход, цифровизация, декарбонизация и импортозамещение – основные векторы стабильного функционирования отрасли ТЭК РФ на фоне секционного давления и преобразования логистических потоков, что фактически ориентирует отрасль на реализацию проектов собственными силами, а условия программ субсидирования зачастую включают пункт по использованию оборудования российского производства. Для российского ТЭК и экономики в целом Правительство России принимает ряд антикризисных мер, где большое внимание уделяется проблемам ТЭК.

В процессе текущего энергетического перехода возникают дополнительные риски как для государств, так и для компаний, работающих в ТЭК, но данная тематика требует отдельного дополнительного исследования.

Создание уникальных механизмов регулирования ТЭК, преобразование ТЭБ развитых стран мира, а также наличие инфраструктурной и технологической базы позволяют странам выработать собственные антикризисные меры для сохранения экономики и минимизации рисков при осуществлении поставок продуктов производства ТЭК.

До ввода санкций на территории Российской Федерации была распространена практика диверсификации потоков поставки углеводородов и продуктов нефтегазохимии, а также использовалась модель трансферта зарубежных технологий на базе совместных предприятий и производств.

На фоне современных вызовов и угроз трансформация ТЭБ большинства развитых стран является результатом принятых и разрабатываемых мер для обеспечения устойчивого развития ТЭК и экономики стран в целом. Для устойчивого развития ТЭК России необходима корректировка действующей энергетической программы и разработка действенных государственных мер по стабилизации баланса производства и потребления энергии как на внутреннем, так и на мировом рынке энергоресурсов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Liu D., Wang Q., Yan K. X. Oil supply news shock and Chinese economy // *China Economic Review* – 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043951X22000542#!> (дата обращения: 18.01.2023).
2. Where will China's shale gas industry go? A scenario analysis of socio-technical transition / D. Wei, Y. Zhao, H. Liu, D. Yang, K. Shi, Y. Sun // *Energy Strategy Reviews* – 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X22001845> (дата обращения: 18.01.2023).
3. Li L. Development of natural gas industry in China: Review and prospect [электронный ресурс] // *Natural Gas Industry B*. Apr. 2022. Vol. 9. P. 187–196. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235285402200016X> (дата обращения: 18.01.2023).
4. Авдеева Э. А. Конкурентные преимущества Китая в сфере энергоэффективности: кейс China National Petroleum Corp / Э. А. Авдеева // *Управление риском*. 2021. № 2 (98). URL: <https://ankil.info/lib/3/320/2630/> (дата обращения: 18.01.2023).
5. Авдеева Э. А. Проблемы повышения энергоэффективности в Китае: нормативные аспекты / Э. А. Авдеева // *Финансовая экономика*. 2021. № 5. С. 115–120.
6. China's renewable energy goals by 2050 / X. J. Yang, H. Hu, T. Tan, J. Lic // *Environmental Development*. 2016. Vol. 20. P. 83–90. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221146451630152X> (дата обращения: 18.01.2023).

7. Research on the Development Status of China's Renewable Energy Industry – The Impact of Capital Structure on Company Performance. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.00071/full> (дата обращения: 18.01.2023).
8. Panarello D., Gatto A. Decarbonising Europe – EU citizens' perception of renewable energy transition amidst the European Green Deal // *Energy Policy*. 2023. Vol. 172. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421522004918> (дата обращения: 18.01.2023).
9. Sheveleva A. Digital Transformation Strategies of Oil and Gas Companies: Preparing for the Fourth Industrial Revolution / A. Sheveleva, S. Tyaglov, P. Khaitey // *Digital Strategies in a Global Market : Navigating the Fourth Industrial Revolution*. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2021. P. 157–171. DOI: 10.1007/978-3-030-58267-8_12. EDN DJSSQT
10. Тяглов С. Г. Формирование зеленых кластеров: опыт европейских стран и Российской Федерации / С. Г. Тяглов, А. В. Шевелева // *Современная Европа*. 2022. № 2(109). С. 100–116. DOI: 10.31857/S0201708322020085. EDN WUADPH
11. Миллер Е. М. Возможные эффекты санкций для составляющих цены на электроэнергию в России. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50020734> (дата обращения: 18.01.2023).
12. The tenacity of ESG investing // *The Economist* – 2022. URL: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2022/11/16/the-tenacity-of-esg-investing> (дата обращения: 18.01.2023).
13. REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition // Press release European Commission. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131 (дата обращения: 18.01.2023).
14. France's nuclear energy strategy – once its pride and joy – faces big problems this winter // *CNBC* – 2022. URL: <https://www.cnn.com/2022/10/05/frances-nuclear-heavy-energy-strategy-faces-big-problems-this-winter.html> (дата обращения: 10.02.2023).
15. UK's first new coalmine for 30 years gets go-ahead in Cumbria // *The Guardian* – 2022. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2022/dec/07/uk-first-new-coalmine-for-30-years-gets-go-ahead-in-cumbria> (дата обращения: 10.02.2023).
16. Zachová A. Some EU members turn back to coal to cut reliance on Russian gas // *Climate Home News* 15 марта 2022. URL: <https://www.climatechangenews.com/2022/03/15/some-eu-members-turn-back-to-coal-to-cut-reliance-on-russian-gas/> (дата обращения: 18.01.2023).
17. Why the Gulf's oil powers are betting on clean energy // *The Economist* – 2022. URL: <https://www.economist.com/business/2022/12/19/why-the-gulfs-oil-powers-are-betting-on-clean-energy> (дата обращения: 18.01.2023).
18. World's largest blue ammonia plant in Qatar to open by 2026 // *GULF TIMES* – 2022. URL: <https://www.gulf-times.com/story/723511/World-s-largest-blue-ammonia-plant-in-Qatar-to-open-by-2026> (дата обращения: 30.01.2023).
19. Roland berger trend compendium 2050: Economics & Business // *Roland Berger* – 2022. URL: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Roland-Berger-Trend-Compendium-2050-Economics-Business.html> (дата обращения: 30.01.2023).
20. Aramco targets up to \$50bn spending in 2022 as oil surges // *ARAB NEWS* – 2022. URL: <https://www.arabnews.com/node/2046131/business-economy> (дата обращения: 30.01.2023).
21. Global Gas Outlook 2050 Synopsis 2022 // *Gas Exporting Countries Forum* – 2022. URL: https://www.gecf.org/_resources/files/events/7th-edition-gecf-global-gas-outlook-2050-launched-/2022-edition-of-the-gecf-globas-gas-outlook-2050-synopsis.pdf (дата обращения: 30.01.2023).
22. Crude oil prices increased in first-half 2022 and declined in second-half 2022 // *EIA U.S. Energy Information Administration*–2023. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55079> (дата обращения: 29.01.2023).

23. Oil market report // International Energy Agency – 2022. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/347aa45b-333c-49f5-9eff-172dac31d0a5/-15NOV2022_OilMarketReport.pdf (дата обращения: 29.01.2023).
24. U.S. crude oil production will increase to new records in 2023 and 2024 // EIA U.S. Energy Information Administration – 2023. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55299> (дата обращения: 29.01.2023).
25. Resource Hub // Oxford Economics – 2023. URL: https://www.oxfordeconomics.com/resource-hub/?query=post&filter-post_tag=gdp-growth (дата обращения: 29.01.2023).
26. Crude oil prices forecast to decline beginning in the second half of 2023 // Hydrocarbon processing – 2023. URL: <https://www.hydrocarbonprocessing.com/news/2023/01/crude-oil-prices-forecast-to-decline-beginning-in-the-second-half-of-2023> (дата обращения: 29.01.2023).
27. Exxon, Chevron Focus on Oil Projects in the Americas // The wall street journal – 2023. URL: <https://www.wsj.com/articles/exxon-chevron-focus-on-oil-projects-in-the-americas-11672698644> (дата обращения: 28.01.2023).
28. Lyondellbasell to shut down Houston Oil refinery by the end of 2023 // The Economic Times – 2022. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/us/lyondellbasell-to-shut-down-houston-oil-refinery-by-the-end-of-2023/articleshow/91009317.cms?from=mdr> (дата обращения: 23.02.2023).
29. Short-Term Energy Outlook // EIA. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/steo/archives/Aug22.pdf#page=6> (дата обращения: 18.01.2023).
30. Газовые хранилища в США заполнены на 72 % // Neftegaz.RU – 2022 <https://neftgaz.ru/news/transport-and-storage/761267-gazovye-khranilishcha-v-ssha-zapolneny-na-72/> (дата обращения: 23.02.2023).
31. Gasoline and Diesel Fuel Update // EIA U.S. Energy Information Administration – 2023. URL: <https://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/> (дата обращения: 23.02.2023).
32. Стратегический резерв нефти США сократился до самого низкого уровня с 1984 года // Коммерсантъ – 2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5580955> (дата обращения: 23.02.2023).
33. Diesel shortage across the US? Reports say only 25 days of supply left, read here 2022 // The Economic Times – 2022. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/us/diesel-shortage-across-the-us-reports-say-only-25-days-of-supply-left/articleshow/95118597.cms?from=mdr> (дата обращения: 23.02.2023).
34. Number of drilled but uncompleted U.S. wells continues to decline from record in 2020 // EIA U.S. Energy Information Administration – 2022. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=54179> (дата обращения: 29.01.2023).
35. Renewables expected to generate 22 % of US electricity this year // PV Magazine – 2022. URL: <https://pv-magazine-usa.com/2022/08/22/renewables-expected-to-generate-22-of-us-electricity-this-year/> (дата обращения: 23.02.2023).
36. Американский нефтегаз в политическом шторме США: каждый сам за себя. URL: <https://oilcapital.ru/news/2022-11-10/amerikanskiy-neftegaz-v-politicheskom-shtorme-ssha-kazhdyu-sam-za-sebya-2585822> (дата обращения: 18.01.2023).
37. China 2022 crude oil imports fall for second year despite Q4 pickup. URL: <https://www.reuters.com/markets/commodities/china-dec-crude-oil-imports-3rd-highest-yr-2022-imports-down-09-2023-01-13/> (дата обращения: 18.01.2023).
38. China Oil & Gas Industry Overview. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/china-oil-and-gas-market> (дата обращения: 18.01.2023).
39. Sinopec discovers 1.7b-ton oil reserves in Xinjiang // Global Times – 2022. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202208/1272682.shtml> (дата обращения: 29.01.2023).

40. Китай в 2022 г. снизил импорт нефти, но ситуация в 2023 г. может измениться. URL: <https://neftegaz.ru/news/finance/766241-kitay-v-2022-g-snzil-import-nefti-no-situatsiya-v-2023-g-mozhet-izmenitsya/> (дата обращения: 18.01.2023).
41. Asia prepares for two-way oil product // S&P Global – 2022. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/podcasts/oil/022323-asia-oil-flows-russia-eu-ban-sanctions-pricing-shipping-logistics-energy-crude-supply> (дата обращения: 23.02.2023).
42. China aims to add 160 GW of wind, solar capacity in 2023. URL: <https://www.pv-magazine.com/2023/01/03/china-aims-to-add-160-gw-of-wind-solar-in-2023/> (дата обращения: 18.01.2023).
43. China solar power capacity could post record growth in 2023 // Reuters. – 2023. URL: <https://www.reuters.com/world/china/china-solar-power-capacity-could-post-record-growth-2023-2023-02-16/> (дата обращения: 21.02.2023).
44. LONGi расширяет мощности по выпуску кремниевых пластин до 100+ ГВт в год // Информационный портал о ТЭК In-power.ru – 2020. URL: <https://in-power.ru/news/alternativnayaenergetika/27557-longi-rasshirjaet-moschnosti-po-vyupusku-kremnievyh-plastin-do-100-gvt.html> (дата обращения: 18.01.2023).
45. Russia becomes India's second biggest oil exporter, trade sources' data show // Reuters – 2022. URL: <https://www.reuters.com/world/india/russia-becomes-indias-second-biggest-oil-exporter-trade-sources-2022-06-13/> (дата обращения: 23.02.2023).
46. Ограничения ЕС, США, Великобритании, Японии, Швейцарии, Канады и Австралии на импортные и экспортные операции с Россией // Альта-Софт – 2023. URL: https://www.alt.ru/tnved/forbidden_codes/ (дата обращения: 21.02.2023).
47. Нефть вязнет в трубах // Коммерсантъ – 2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5734959> (дата обращения: 21.02.2023).
48. МЭА ожидает рост спроса на нефть в 2023 году до рекордных 101,7 млн б/с. URL: <https://tass.ru/ekonomika/16824859> (дата обращения: 18.01.2023).
49. Россия сократит добычу нефти на 500 тыс. баррелей в сутки // РБК – 2023. URL: <https://www.rbc.ru/economics/10/02/2023/63e5ff849a794782cff4ca73> (дата обращения: 21.02.2023).
50. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года // Правительство Российской Федерации – 2020. URL: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/1026/119047> (дата обращения: 21.02.2023).
51. Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики» // Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323> (дата обращения: 21.02.2023).
52. Рекомендации «круглого стола» Комитета Государственной Думы по энергетике на тему «Меры законодательного регулирования для обеспечения устойчивого развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации в условиях экономических санкций» // Комитет Государственной Думы по энергетике. URL: <http://komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rabota/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/28484465/> (дата обращения: 21.02.2023).
53. Минэнерго России предлагает расширить перечень мест для размещения субсидируемых электростанций – 2022 // Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/23506> (дата обращения: 21.02.2023).
54. Постановление Правительства РФ от 29 августа 2020 г. № 1308 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета юридическим лицам на возмещение части затрат на реализацию инвестиционных проектов по строительству объектов производственной и заправочной инфраструктуры сжиженного природного газа» (с изменениями и дополнениями). Информационно-правовое обеспечение Гарант – 2021. URL: <https://base.garant.ru/74600114/> (дата обращения: 21.02.2023).

References

1. Liu D., Wang Q., Yan K. X. Oil supply news shock and Chinese economy. *China Economic Review* – 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043951X22000542#> (accessed: 18.01.2023).
2. Wei D., Zhao Y., Liu H., Yang D., Shi K., Sun Y. Where will China's shale gas industry go? A scenario analysis of sociotechnical transition. *Energy Strategy Reviews* – 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X22001845> (accessed: 18.01.2023).
3. Li L. Development of natural gas industry in China: Review and prospect. *Natural Gas Industry B*. April 2022, vol. 9, pp. 187–196. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235285402200016X> (accessed: 18.01.2023).
4. Avdeeva E. A. Competitive advantages of China in the field of energy efficiency: the case of China National Petroleum Corp. *Risk management*. 2021, no. 2 (98). URL: <https://ankil.info/lib/3/320/2630/> (accessed: 18.01.2023)
5. Avdeeva E. A. Problems of increasing energy efficiency in China: regulatory aspects. *Financial Economics*. 2021, no. 5, pp. 115–120.
6. Yang X.J., Hu H., Tan T., Lic J. China's renewable energy goals by 2050. *Environmental Development*. 2016, vol. 20, pp. 83–90. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221146451630152X> (accessed: 18.01.2023).
7. Research on the Development Status of China's Renewable Energy Industry – The Impact of Capital Structure on Company Performance. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.00071/full> (accessed: 18.01.2023).
8. Panarello D., Gatto A. Decarbonising Europe – EU citizens' perception of renewable energy transition amidst the European Green Deal. *Energy Policy*. 2023, vol. 172. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421522004918> (accessed: 18.01.2023).
9. Sheveleva A., Tyaglov S., Khaite P. Digital Transformation Strategies of Oil and Gas Companies: Preparing for the Fourth Industrial Revolution. *Digital Strategies in a Global Market: Navigating the Fourth Industrial Revolution*. Cham, Switzerland, Palgrave Macmillan, 2021, pp. 157–171. DOI: 10.1007/978-3-030-58267-8_12. EDN DJSSQT
10. Tyaglov S. G., Sheveleva A.V. Formation of green clusters: the experience of European countries and the Russian Federation. *Modern Europe*. 2022, no. 2(109), pp. 100–116. DOI: 10.31857/S0201708322020085. EDN WUADPH
11. Miller E. M. Possible effects of sanctions on the components of electricity prices in Russia. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50020734> (accessed: 18.01.2023).
12. The tenacity of ESG investing. *The Economist* – 2022. URL: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2022/11/16/the-tenacity-of-esg-investing> (accessed: 18.01.2023).
13. REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition. Press release European Commission. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131 (accessed: 18.01.2023).
14. France's nuclear energy strategy – once its pride and joy – faces big problems this winter. *CNBC* – 2022. URL: <https://www.cnn.com/2022/10/05/frances-nuclear-heavy-energy-strategy-faces-big-problems-this-winter.html> (accessed: 10.02.2023).
15. UK's first new coalmine for 30 years gets go-ahead in Cumbria. *The Guardian* – 2022. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2022/dec/07/uk-first-new-coalmine-for-30-years-gets-go-ahead-in-cumbria> (accessed: 10.02.2023).
16. Zachová A. Some EU members turn back to coal to cut reliance on Russian gas. *Climate Home News* 15 marta 2022. URL: <https://www.climatechangenews.com/2022/03/15/some-eu-members-turn-back-to-coal-to-cut-reliance-on-russian-gas/> (accessed: 18.01.2023).

17. Why the Gulf's oil powers are betting on clean energy. The Economist – 2022. URL: <https://www.economist.com/business/2022/12/19/why-the-gulfs-oil-powers-are-betting-on-clean-energy> (accessed: 18.01.2023).
18. World's largest blue ammonia plant in Qatar to open by 2026. GULF TIMES – 2022. URL: <https://www.gulf-times.com/story/723511/World-s-largest-blue-ammonia-plant-in-Qatar-to-open-by-2026> (accessed: 30.01.2023).
19. Roland berger trend compendium 2050: Economics & Business. Roland Berger – 2022. URL: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Roland-Berger-Trend-Compendium-2050-Economics-Business.html> (accessed: 30.01.2023).
20. Aramco targets up to \$50bn spending in 2022 as oil surges. ARAB NEWS – 2022. URL: <https://www.arabnews.com/node/2046131/business-economy> (accessed: 30.01.2023).
21. Global Gas Outlook 2050 Synopsis 2022. Gas Exporting Countries Forum – 2022. URL: https://www.gecf.org/_resources/files/events/7th-edition-gecf-global-gas-outlook-2050-launched-/2022-edition-of-the-gecf-globas-gas-outlook-2050-synopsis.pdf (accessed: 30.01.2023).
22. Crude oil prices increased in first-half 2022 and declined in second-half 2022. EIA U.S. Energy Information Administration – 2023. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55079> (accessed: 29.01.2023).
23. Oil market report. International Energy Agency – 2022. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/347aa45b-333c-49f5-9eff-172dac31d0a5/-15NOV2022_OilMarketReport.pdf (accessed: 29.01.2023).
24. U.S. crude oil production will increase to new records in 2023 and 2024. EIA U.S. Energy Information Administration 2023. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55299> (accessed: 29.01.2023).
25. Resource Hub. Oxford Economics – 2023. URL: https://www.oxfordeconomics.com/resource-hub/?query=post&filter-post_tag=gdp-growth (accessed: 29.01.2023).
26. Crude oil prices forecast to decline beginning in the second half of 2023. Hydrocarbon processing – 2023. URL: <https://www.hydrocarbonprocessing.com/news/2023/01/crude-oil-prices-forecast-to-decline-beginning-in-the-second-half-of-2023> (accessed: 29.01.2023).
27. Exxon, Chevron Focus on Oil Projects in the Americas. The wall street journal – 2023. URL: <https://www.wsj.com/articles/exxon-chevron-focus-on-oil-projects-in-the-americas-11672698644> (accessed: 28.01.2023).
28. Lyondellbasell to shut down Houston Oil refinery by the end of 2023. The Economic Times – 2022. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/us/lyondellbasell-to-shut-down-houston-oil-refinery-by-the-end-of-2023/articleshow/91009317.cms?from=mdr> (accessed: 23.02.2023).
29. Short-Term Energy Outlook. EIA. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/steo/archives/Aug22.pdf#page=6> (accessed: 18.01.2023).
30. Gas storage facilities in the USA are 72 % full. Neftegaz. RU – 2022. URL: <https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/761267-gazovye-khranilishcha-v-ssha-zapolneny-na-72/> (accessed: 02.23.2023).
31. Gasoline and Diesel Fuel Update. EIA U.S. Energy Information Administration – 2023. URL: <https://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/> (accessed: 23.02.2023).
32. The US Strategic Oil Reserve has shrunk to its lowest level since 1984. Online publication «Kommersant» – 2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5580955> (accessed: 23.02.2023).
33. Diesel shortage across the US? Reports say only 25 days of supply left, read here 2022. The Economic Times – 2022. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/us/diesel-shortage-across-the-us-reports-say-only-25-days-of-supply-left/articleshow/95118597.cms?from=mdr> (accessed: 23.02.2023).

34. Number of drilled but uncompleted U.S. wells continues to decline from record in 2020. EIA U.S. Energy Information Administration – 2022. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=54179> (accessed: 29.01.2023).
35. Renewables expected to generate 22 % of US electricity this year. PV Magazine – 2022. URL: <https://pv-magazine-usa.com/2022/08/22/renewables-expected-to-generate-22-of-us-electricity-this-year/> (accessed: 23.02.2023).
36. American oil and gas in the political storm of the USA: every man for himself. URL: <https://oilcapital.ru/news/2022-11-10/amerikanskiy-neftegaz-v-politicheskom-shtormessha-kazhdyy-sam-za-sebya-2585822> (accessed: 18.01.2023).
37. China 2022 crude oil imports fall for second year despite Q4 pickup. URL: <https://www.reuters.com/markets/commodities/china-dec-crude-oil-imports-3rd-highest-yr-2022-imports-down-09-2023-01-13/> (accessed: 18.01.2023).
38. China Oil & Gas Industry Overview. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/china-oil-and-gas-market> (accessed: 18.01.2023).
39. Sinopec discovers 1.7b-ton oil reserves in Xinjiang. Global Times – 2022. URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202208/1272682.shtml> (accessed: 29.01.2023).
40. China reduced oil imports in 2022, but the situation may change in 2023. URL: <https://neftegaz.ru/news/finance/766241-kitay-v-2022-g-snizil-import-nefti-no-situatsiya-v-2023-g-mozhet-izmenitsya/> (accessed: 18.01.2023).
41. Asia prepares for two-way oil product. S&P Global – 2022. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/podcasts/oil/022323-asia-oil-flows-russia-eu-ban-sanctions-pricing-shipping-logistics-energy-crude-supply> (accessed: 23.02.2023).
42. China aims to add 160 GW of wind, solar capacity in 2023. URL: <https://www.pv-magazine.com/2023/01/03/china-aims-to-add-160-gw-of-wind-solar-in-2023/> (accessed: 18.01.2023).
43. China solar power capacity could post record growth in 2023. Reuters. – 2023. URL: <https://www.reuters.com/world/china/china-solar-power-capacity-could-post-record-growth-2023-2023-02-16/> (accessed: 21.02.2023).
44. LONGi expands the capacity for the production of silicon wafers to 100+ GW per year. Information portal about the fuel and energy complex In-power.ru 2020. URL: <https://in-power.ru/news/alternativnayaenergetika/27557-longi-rasshirjaet-moschnosti-po-vypusku-kremnievyh-plastin-do-100-gvt.html> (accessed: 18.01.2023).
45. Russia becomes India's second biggest oil exporter, trade sources' data show. Reuters – 2022. URL: <https://www.reuters.com/world/india/russia-becomes-indias-second-biggest-oil-exporter-trade-sources-2022-06-13/> (accessed: 23.02.2023).
46. Restrictions of the EU, USA, Great Britain, Japan, Switzerland, Canada and Australia on import and export operations with Russia. Alta-Soft – 2023. URL: https://www.alta.ru/tived/forbidden_codes/ (accessed: 21.02.2023).
47. Oil gets stuck in pipes. Kommersant – 2022. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5734959> (accessed: 02.21.2023).
48. The IEA expects an increase in oil demand in 2023 to a record 101.7 million b/d. URL: <https://tass.ru/ekonomika/16824859> (accessed: 18.01.2023).
49. Russia will reduce oil production by 500 thousand barrels per day. RBC – 2023. URL: <https://www.rbc.ru/economics/10/02/2023/63e5ff849a794782cff4ca73> (accessed: 02.21.2023).
50. Energy strategy of Russia for the period up to 2035. Government of the Russian Federation – 2020. URL: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/1026/119047> (accessed: 02.21.2023).

51. State program of the Russian Federation «Development of energy». Ministry of Energy of the Russian Federation. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323> (accessed: 02.21.2023).
52. Recommendations of the «round table» of the State Duma Committee on Energy on the topic «Legislative regulation measures to ensure the sustainable development of the fuel and energy complex of the Russian Federation under economic sanctions». State Duma Committee on Energy. URL: <http://komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rabota/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/28484465/> (accessed: 02.21.2023).
53. The Ministry of Energy of Russia proposes to expand the list of locations for subsidized electric charging stations – 2022. Ministry of Energy of the Russian Federation. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/23506> (accessed: 02.21.2023).
54. Resolution of the Government of the Russian Federation of August 29, 2020 No. 1308 «On approval of the Rules for Granting Subsidies from the Federal Budget to Legal Entities for Reimbursement of Part of the Costs of Implementing Investment Projects for the Construction of production and Refueling infrastructure of liquefied Natural gas» (with amendments and additions) Information and legal support Garant – 2021. URL: <https://base.garant.ru/74600114/> (accessed: 02.21.2023).

Статья поступила в редакцию 22.03.2023 г., принята к публикации после рецензирования 27.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 22.03.2023, accepted for publication after reviewing on 27.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 24–30
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 24–30

Научная статья
УДК 316.334.5

НАУЧНАЯ, ИННОВАЦИОННАЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УНИВЕРСИТЕТА КАК ИНСТРУМЕНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

SCIENTIFIC, INNOVATIVE AND EDUCATIONAL ACTIVITIES OF THE UNIVERSITY AS A TOOLS FOR THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Виктория Борисовна ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ

доктор технических наук, профессор, Тверской государственный технический университет, victoriapetrop@gmail.com

V. B. PETROPAVLOVSKAYA

DSc (Technical), Full Professor, Tver State Technical University, victoriapetrop@gmail.com

Екатерина Алексеевна РАТКЕВИЧ

кандидат химических наук, ассистент кафедры прикладной физики, Тверской государственный технический университет, ekrasavina26@gmail.com

E. A. RATKEVICH

PhD (Chemistry), Department Assistant, Tver State Technical University, ekrasavina26@gmail.com

Кирилл Сергеевич ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Тверской государственный технический университет, victoriapetrop@gmail.com

K. S. PETROPAVLOVSKIИ

PhD (Technical), Senior Researcher, Tver State Technical University, kspetropavlovsky@gmail.com

Татьяна Борисовна НОВИЧЕНКОВА

кандидат технических наук, доцент, начальник отдела научных изданий, Тверской государственный технический университет, tanovi.69@mail.ru

T. B. NOVICHENKOVA

PhD (Technical), Assistant professor, Tver State Technical University, tanovi.69@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются подходы к управлению научной, инновационной и образовательной деятельностью в области рационального природопользования в Тверском государственном техническом университете. Управление отходами теплоэнергетического комплекса с точки зрения экономики, экологии и природопользования является особой проблемой. Ее решение, например в теплоэнергетическом комплексе, возможно в рамках

© Петропавловская В. Б., Раткевич Е. А., Петропавловский К. С., Новиченкова Т. Б., 2023

синергетического подхода с привлечением возможностей вузовской науки и бизнес-сообщества. Деятельность образовательных и научных организаций является еще и социально значимой с точки зрения формирования устойчивого мышления обучающихся и населения путем трансляции принципов и положений, принятых на государственном и международном уровне, одновременно с вовлечением студентов в научную работу по приоритетным направлениям зеленой экономики в рамках реализации проектного подхода. Поиск новых решений и разработка стратегии развития невозможны без организации и осуществления научных проектов, реализуемых научными коллективами и коллаборациями и направленных на решение прикладных экологических задач. Ведущие научные школы университета (созданного как Московский торфяной институт) занимаются проблемами природо-обустройства, экологии и переработки техногенных отходов. В статье дан анализ направлений переработки золошлаковых отходов. Описаны процессы научной, инновационной и образовательной деятельности в рамках реализуемых отдельных НИОКР по данному направлению. Образовательная и научная деятельность, способствующая «озеленению» всей экономики, в проекте обеспечивается интеграцией процессов, отвечающих интересам общественного развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие; экограмотность, проектный подход, зеленая экономика, ресурсосбережение, переработка отходов, вторичное сырье, золы тепловых электростанций

Abstract. The sustainable development of regions is a common problem in their economic, environmental and social sectors. Waste management of the heat and power complex from the point of view of economics, ecology and nature management is a special problem. Its solution, for example, in the heat and power complex, is possible within the framework of a synergistic approach involving the capabilities of university science and the business community. The activities of educational and scientific organizations are also socially significant in terms of the formation of sustainable thinking among students and the population by translating the principles and provisions adopted at the state and international level, while involving students in scientific work in priority areas of the "green economy" as part of the implementation of the project approach. The search for new solutions and the development of a development strategy is impossible without the organization and implementation of scientific projects implemented by research teams and collaborations and aimed at solving applied environmental problems. The leading scientific schools of the Tver State Technical University (established as the Moscow Peat Institute) deal with the problems of environmental management, ecology and processing of man-made waste. The article examines approaches to the management of scientific, innovative and educational activities in the field of environmental management at the university. Directions for processing ash and slag waste are analyzed. The processes of scientific, innovative and educational activities within the framework of individual R&D in this area are described. Educational and scientific activities that contribute to the "greening" of the entire economy are provided in the project by the integration of processes that meet the interests of social development.

• *Keywords: sustainable development; eco-literacy, project approach, environmental management, resource saving, waste processing, secondary raw materials, ashes from thermal power plants*

Введение

Цели устойчивого развития (ЦУР), утвержденные в 2015 г. всеми государствами – членами Организации Объединенных Наций, являются призывом к принятию неотложных мер всеми странами как с развитой, так и с развивающейся экономикой, в духе глобального партнерства. Для достижения целей устойчивого развития к 2030 г. потребуются все доступные ресурсы [1–4]. Будет необходима комплексная совместная работа разных секторов и структур с объединением финансовых ресурсов, знаний и компетенций. Сюда должны входить ресурсы университетов и высшего образования [1, 2]. ЦУР 12 «Рациональное потребление и производство» направлена на содействие эффективному использованию ресурсов и энергии, наличие экологически устойчивой инфраструктуры и минимизации отходов. Решение экономических задач путем обозначенного многими странами перехода к зеленой экономике и управления состоянием окружающей среды и существующими и образующимися отходами требует систематического и системного подхода [3]. Исследование предлагаемых сегодня моделей управления в рамках синергетического подхода к совместно-му решению экологических и экономических проблем позволяет на основе реальных масштабных или небольших по объему научных проектов, предложенных вузам со стороны бизнес-сообщества или государства, одновременно решать многоплановые задачи. В связи с этим расширение масштаба исследовательской работы университетов, относящейся к рациональному потреблению и производству, является актуальным [3].

Поскольку проблема сокращения, контроля и управления отходами теплоэнергетического комплекса с точки зрения экономики, экологии и природопользования является особой, то исследование подходов к ее решению с позиций теплоэнергетического комплекса является актуальным вопросом.

Минэнерго России ставит перед собой стратегическую цель по снижению углеродного следа топливно-энергетического комплекса, в том числе за счет развития возобновляемой энергетики. Одной из тактических задач данного направления работы является снижение негативного воздействия на окружающую среду действующих объектов генерации. Разработка способов утилизации продуктов сгорания твердого топлива (золошлаков) угольных ТЭС является одним из решений данной задачи.

На сегодняшний день в Российской Федерации 68 из 125 существующих золоотвалов заполнено на 80 %, поэтому их дальнейшая эксплуатация вскоре будет невозможной, а постройка новых золоотвалов требует серьезных капиталовложений и изъятия большой площади земель из хозяйственного оборота. Данная ситуация является огромной проблемой, так как прекращение использования угля как топлива невозможно, а сохранение существующей модели поведения с обращением золошлаковыми отходами (ЗШО) приведет к дополнительным затратам и, как следствие, к повышению цен на электро- и теплоэнергию.

Золошлаковые отходы создают серьезные экологические проблемы. Они образуются при сжигании угля на тепловых электростанциях. Этот вид отходов является одним из негативных факторов, влияющих на природу, ее ландшафт, микробиологические показатели почвы, воды, атмосферы и др.

При этом золошлаковые отходы являются перспективным сырьем в различных отраслях промышленности, что обуславливает возможность повышения масштаба их утилизации. В зависимости от способа вторичной переработки ЗШО называются золошлаковой смесью, золошлаковым материалом, золошлаком, побочным продуктом сжигания твердого топлива, вторичным минеральным сырьем, минеральным порошком, наполнителем и т. д.

Самыми крупными потребителями на товарном рынке являются строительная индустрия и промышленность строительных материалов. Использование золошлаков снижает себестоимость ряда строительных материалов (цемент, сухие строительные смеси, бетон, строительные растворы) на 15–30 % [5].

Актуальность разработки проектов по исследованию перспектив применения ЗШО в промышленности подтверждается разработанным Министерством энергетики РФ «Комплексным планом по повышению объемов утилизации продуктов сжигания твердого топлива (ПСТТ) на угольных ТЭЦ и котельных» [6]. Комплекс мер включает в том числе разработку порядка сертификации в золошлаковый материал в целях последующего вовлечения его в хозяйственный оборот, внесение изменений в действующие и разработка новых стандартизирующих документов, в том числе для определения терминологии, связанной с обращением и переработкой золошлакового материала, его видов и характеристик, технологии переработки, направления утилизации, направления использования и др. Также разработка мер поддержки развития высокотехнологичных разработок в области обработки и утилизации направлена на стимулирование НИОКР и реализации пилотных проектов в области утилизации золошлаковых отходов [7].

Методы исследования

В статье исследуются подходы к управлению научной, инновационной и образовательной деятельностью в области рационального природопользования, реализующей НИОКР и другие проекты в научно-образовательной сфере, анализируются предлагаемые направления использования и эффективной переработки золошлаковых отходов за счет правильной организации основных и вспомогательных процессов энергетического предприятия в рамках реализуемого научно-исследовательского и просветительского проекта. В качестве метода исследования был выбран системный анализ подходов, методов и решений поставленной в исследовании научной проблемы.

Результаты и дискуссия

С целью формирования среды бизнес-лидеров в области устойчивого развития,

экологии и безотходного (малоотходного) производства, способных организовывать управление производственными бизнес-процессами с минимальными отрицательными воздействиями на природную среду, ведущие научные школы Тверского государственного технического университета (созданного как Московский торфяной институт) организуют академическую и профессиональную подготовку с использованием проектного подхода.

Например, в рамках взаимодействия с предприятиями теплоэнергетики, перерабатывающими заводами и академическими институтами Тверской государственной технической университет (ТвГТУ) реализует в настоящее время проект, направленный на создание системы управления золошлаковыми отходами с условием их максимального использования в промышленном производстве. В ходе реализации данного проекта университетом организуется многоплановое взаимодействие преподавателей, научных сотрудников и обучающихся по разным направлениям деятельности [8, 9].

Образовательная деятельность включает проведение студенческой летней научной школы с приглашением ведущих ученых в области рационального природопользования и экологии, разработку учебных курсов для обучающихся по целому ряду направлений подготовки, издание научных и учебно-методических работ, а также создание медиаресурсов с целью «более полного осведомления» общества о проблемах перехода к «зеленой экономике». Просветительские медиаматериалы, при создании которых отрабатывается универсальный подход к производству медиапродуктов, позволяют повысить эффективность усвоения информации с использованием информационно-коммуникационных технологий [9]. Они могут успешно реализовываться также и в рамках дополнительного образования различного уровня (вуз, гимназия, колледж, школа).

Научная работа преподавателей и студентов университета по созданию технологий эффективной переработки золошлаковых отходов организована на основе междисциплинарного взаимодействия, направленного на решение целого ряда проблем [10–12]. Так, например,

сложный химический состав ЗШО [13–15] обуславливает необходимость при разработке технологий получения широкого спектра высококачественной продукции использовать коллаборационный подход с привлечением ресурсов академических институтов РАН, представителей бизнеса и т. д. Применение комплексного подхода в проекте для решения проблем экономически и технологически оправдано, так как обеспечивает снижение затрат на хранение отходов и извлечение ископаемых углеводородов при одновременном снижении материалоемкости промышленного производства и улучшении экологии. Разработанные технологические решения могут применяться в промышленности на территориях тепловых электростанций и золоотвалов для производства углеродистых, магнетитовых и алюмосиликатных концентратов, а также на предприятиях по переработке промышленных отходов для эффективной утилизации последних [10, 12]. Результаты, полученные в ходе реализации проекта, уже сейчас ложатся в основу создания научно-практической базы переработки золошлаковых отходов. Будучи принципиально новыми, полученные результаты позволят создать научную базу процесса комплексной переработки ЗШО. Создаваемая в рамках проекта научно-техническая продукция будет способствовать совершенствованию технологических процессов, повышению уровня промышленной безопасности и снижению уровня загрязнения окружающей среды

отходами сжигания твердого углеводородного топлива. Результаты исследования комплексного управления научной, инновационной и образовательной деятельностью в рамках реализуемых отдельных НИОКР и их анализ будут использованы для совершенствования и развития системы менеджмента качества университета.

Заключение

Таким образом, университетская деятельность в области устойчивого развития позволяет формировать бизнес-среду, необходимую для развития зеленой экономики. Управление образовательной, научной и инновационной деятельностью с применением систематического и системного подхода является неотъемлемой частью экологического менеджмента университета. Проблемно-ориентированное обучение в области рационального природопользования, экологии и обращения с отходами основывается на использовании передовых образовательных технологий. Ввиду того, что объемы отходов в современных условиях не только не уменьшаются, а даже наблюдается тенденция к их увеличению, очевидно, что преобразование национальной экономики, ориентированной на бережное использование природных ресурсов и повышение качества окружающей среды, должно начинаться с преобразования системы образования. Поэтому перед вузами–лидерами в области создания зеленой экономики стоят сегодня очень серьезные задачи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цели устойчивого развития ЮНЕСКО. URL: http://www.microinvest.tj/assets/images/projects/other_news/goals_17.jpg (дата обращения: 15.02.2020).
2. Кузьмина С. Н. Конкурентоспособность как фактор обеспечения устойчивого развития экономических агентов национальной экономики // Петербургский экономический журн. 2020. № 1. С. 80–87.
3. Кузьмина С. Н. Формирование инновационной деятельности организации на основе реализации принципов процессного подхода (инновационная деятельность как ключевой бизнес-процесс организации // J. of Economic Regulation. 2012. Т. 3, № 3. С. 111–116.
4. Кузьмина С. Н., Силаева В. В. Система подготовки кадров в области устойчивого развития организаций // Качество. Инновации. Образование. 2022. № 4 (180). С. 92–100.

5. Алтун Д. Э., Тихонова И. О. Оценка перспектив использования золошлаковых отходов в Российской Федерации // *Успехи в химии и химической технологии*. 2022. Т. 36, № 12 (261). С. 15–17.
6. Разработан комплексный план по повышению объемов утилизации продуктов сжигания твердого топлива на угольных ТЭС и котельных / Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/18342> (дата обращения: 02.03.2023).
7. О нормативной документации в области использования золошлаковых отходов сжигания углей для извлечения редкоземельных элементов / А. А. Лавриненко, И. В. Кунилова, Г. Ю. Гольберг [и др.] // Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики: сб. ст. участников III Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. Екатеринбург: Издательский дом «Ажур», 2021. С. 134–139.
8. Владимирова Е. Б., Доманская И. К. Игровые методы как одна из форм организации учебного процесса в системе управления качеством подготовки специалистов строительного профиля // *Строительство и образование: сб. науч. тр.* Екатеринбург: Уральский гос. техн. ун-т, 1999. С. 185–186.
9. Петропавловская В. Б., Лукина О. Г., Новиченкова Т. Б. Развитие форм многогранной стратегии вовлечённости обучающихся // *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы V Междун. науч. конф.* Ч. 2. Красноярск: Сиб. федеральный ун-т, 2021. С. 243–248.
10. Petropavlovskaya V. B. et al. Environmental management in ash and slag waste management in Russia // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2022. Vol. 1010. P. 012135. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012135
11. Domanskaya I. K. et al. Fly ash-based geopolymers binders: perspective materials for sustainable building // *IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 481. P. 012049. DOI: 10.1088/1757-899X/481/1/012049
12. Aleksandrova O. V. et al. The Effect of Mineral Admixtures and Fine Aggregates on the Characteristics of High-Strength Fiber-Reinforced Concrete // *Materials*. 2022. Vol. 15(24). P. 8851. DOI:10.3390/ma15248851
13. High-performance concrete produced with locally available materials / B. I. Bulgakov, V. Q. D. Nguyen, A. V. Aleksandrova, O. A. Larsen, N. A. Galtseva // *Magazine of Civil Engineering*. 2023. Vol. 117(1). P. 11702. DOI: 10.34910/MCE.117.2
14. Theoretical and Experimental Models to Evaluate the Possibility of Corrosion Resistant Concrete for Coastal Offshore Structures / S. Fedosov, B. Bulgakov, H. X. Ngo, O. Aleksandrova, V. Solovov // *Materials*. 2022. Vol. 15(13). P. 4697. DOI: 10.3390/ma15134697
15. Влияние золы-уноса в многокомпонентном вяжущем на прочность бетонов / Д. В. К. Нгуен, О. В. Александрова, Б. И. Булгаков, В. Ф. Коровяков, М. Б. Каддо // *Техника и технология силикатов*. 2021. Т. 28, № 3. С. 110–116.

References

1. UNESCO Sustainable Development Goals. URL: http://www.microinvest.tj/assets/images/projects/other_news/goals_17.jpg (accessed: 15.02.2020). (In Russ.)
2. Kuzmina S. N. Competitiveness as a factor in ensuring the sustainable development of economic agents of the national economy. *St Petersburg Economic Journal*. 2020, no. 1, pp. 80–87. (In Russ.)
3. Kuzmina S. N. Formation of the innovative activity of the organization based on the implementation of the principles of the process approach (innovation as a key business process of the organization). *Journal of Economic Regulation*. 2012, vol. 3, no. 3, pp. 111–116. (In Russ.)

4. Kuzmina S. N., Silaeva V. V. The system of training in the field of sustainable development of organizations. *Quality. Innovation. Education.* 2022, no. 4 (180), pp. 92–100.
5. Altun D. E., Tikhonova I. O. Assessment of the prospects for the use of ash and slag waste in the Russian Federation. *Advances in chemistry and chemical technology.* 2022, vol. 36, no. 12 (261), pp. 15–17. (In Russ.)
6. A comprehensive plan has been developed to increase the volume of utilization of solid fuel combustion products at coal-fired thermal power plants and boiler houses. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/18342> (accessed: 02.03.2023). (In Russ.)
7. Lavrinenko A. A., Kunilova I. V., Golberg G. Y. [et al.]. On regulatory documentation in the field of the use of ash and slag waste from coal combustion for the extraction of rare earth elements. The role of technical regulation and standardization in the Digital Economy era: a collection of articles by participants of the III International Scientific and Practical Conference of Young Scientists. Yekaterinburg, Publishing house «Azhar», 2021, pp. 134–139.
8. Vladimirova E. B., Domanskaya I. K. Igrovye metody kak odna iz form organizatsii uchebnogo processa v sisteme upravleniya kachestvom podgotovki specialistov stroitel'nogo profilya [Game methods as one of the forms of organization of the educational process in the quality management system for the training of construction specialists]. *Construction and education: a collection of scientific papers.* Yekaterinburg, Ural State Technical University, 1999, pp. 185–186.
9. Petropavlovskaya V. B., Lukina O. G., Novichenkova T. B. Razvitie form mnogostoronnej strategii vovlechyonnosti obuchayushchihsya [Development of forms of a multilateral strategy for student involvement]. *Informatization of education and e-learning methodology: digital technologies in education: materials of the V International Scientific Conference. Part 2.* Krasnoyarsk, Siberian Federal University, 2021, pp. 243–248.
10. Petropavlovskaya V. B. et al. Environmental management in ash and slag waste management in Russia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2022, vol. 1010, p. 012135. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012135
11. Domanskaya I. K. et al. Fly ash-based geopolymers: perspective materials for sustainable building. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019, vol. 481, p. 012049. DOI: 10.1088/1757-899X/481/1/012049
12. Aleksandrova O. V. et al. The Effect of Mineral Admixtures and Fine Aggregates on the Characteristics of High-Strength Fiber-Reinforced Concrete. *Materials.* 2022, no. 15(24), p. 8851. DOI:10.3390/ma15248851
13. Bulgakov B. I., Nguyen V. Q. D., Aleksandrova O. V., Larsen O. A., Galtseva N. A. High-performance concrete produced with locally available materials. *Magazine of Civil Engineering.* 2023, no. 117(1), p. 11702. DOI: 10.34910/MCE.117.2
14. Fedosov S., Bulgakov B., Ngo H. X., Aleksandrova O., Solovev V. Theoretical and Experimental Models to Evaluate the Possibility of Corrosion Resistant Concrete for Coastal Offshore Structures. *Materials.* 2022, no. 15(13), p. 4697. DOI: 10.3390/ma15134697
15. Nguyen V. Q. D., Aleksandrova O. V., Bulgakov B. I., Korovyakov V. F., Caddo M. B. Influence of fly ash in a multicomponent binder on the strength of concrete. *Technique and technology of silicates.* 2021, vol. 28, no. 3, pp. 110–116. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 22.03.2023 г., принята к публикации после рецензирования 27.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 22.03.2023, accepted for publication after reviewing on 27.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 31–42
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 31–42

Научная статья
УДК 338.1

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩАЯ ЧАСТЬ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AS A SYSTEM-FORMING PART OF THE DIGITAL ECONOMY

Любовь Юрьевна БАРАНОВА

старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), lybara@mail.ru

L. Yu. BARANOVA

Senior Lecturer, Saint Petersburg Electrotechnical University, lybara@mail.ru

Талие Сандовна ЯГЬЯ

кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), talie2006@mail.ru

T. S. YAGYA

PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University, talie2006@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению информационно-коммуникационных технологий как системообразующей части цифровой экономики. В ней рассматриваются понятие, сущность и особые характеристики информационно-коммуникационных технологий, а также их роль в цифровой экономике. Особое внимание уделено видам информационно-коммуникационных технологий. Путем сравнительного и исторического анализа, а также использования статистических, теоретических и общелогических методов выявлено значение информационно-коммуникационных технологий в развитии цифровой экономики. Особый интерес представляет рассмотрение вопроса, касающегося роли государства в становлении и развитии информационно-коммуникационных технологий на примере Китая. Руководство страны на всех уровнях инвестирует исследования и разработки прежде всего в прорывных технологиях, таких как биотехнология, искусственный интеллект, интегральные схемы, запуск многочисленных научно-технических мегапроектов, таких как квантовые вычисления. В статье отмечено, что, развивая и продвигая китайские технологии, правительство ограничивает использование иностранного оборудования и программного обеспечения в государственных организациях; обязывает применять от-

ественные технологические разработки в здравоохранении, банковском деле и финансах. Исследован процесс развития информационно-коммуникационных технологий в XXI веке, который демонстрирует продвижение китайскими компаниями (Huawei, Alibaba Group) инновационных технологий, включая информационно-коммуникационные технологии. Рассматриваются особенности развития китайских компаний, выявляются их пути к успеху и лидерству. Так, Alibaba Group активно реализует инновационные технологии, включая и информационно-коммуникационные технологии, развитие которых связано с высокоразвитыми сервисами электронной коммерции. Развитие цифровой экономики связано с внедрением инновационных технологий, которые должны обладать гибкостью и способностью оперативно изменяться в соответствии с требованиями рынков, бизнеса и государства.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровизация, информационно-коммуникационные технологии, инновационные технологии, Alibaba Group, Huawei

Annotation. The article is devoted to the study of information and communication technologies as a system-forming part of the digital economy. It examines the concept, essence and special characteristics of information and communication technologies, as well as their role in the digital economy. The role of information and communication technologies in the digital economy is also shown. Particular attention is paid to the types of information and communication technologies. Through comparative and historical analysis, as well as the use of statistical, theoretical and general logical methods, the importance of information and communication technologies in the development of the digital economy has been revealed. Of particular interest is the consideration of the issue concerning the role of the state in the formation and development of information and communication technologies on the example of China. The country's leadership at all levels is investing in research and development, primarily in breakthrough technologies such as biotechnology, artificial intelligence, integrated circuits, the launch of numerous scientific and technical megaprojects, such as quantum computing. The article notes that by developing and promoting Chinese technology, the government restricts the use of foreign equipment and software in government organizations; obliges to apply domestic technological developments in health care, banking and finance. The process of development of information and communication technologies in the 21st century is studied, which demonstrates the promotion of innovative technologies by Chinese companies (Huawei, Alibaba Group), including information and communication technologies. The features of the development of Chinese companies are considered, their paths to success and leadership are revealed. Thus, Alibaba Group is actively implementing innovative technologies, including information and communication technologies, the development of which is associated with highly developed e-commerce services. The development of the digital economy is associated with the introduction of innovative technologies, which must be flexible and able to quickly change in accordance with the requirements of markets, business and the state.

Keywords: digital economy, digitalization, information and communication technologies, innovative technologies, Alibaba Group, Huawei

Введение

Цифровизация экономики в современных условиях становится одним из ключевых факторов повышения уровня жизни населения, качества образования, роста квалификации работников. Цифровизация влияет на перспективы развития не только компаний, но и целых секторов национальной экономики. Она способствует повышению прибыли фирм, поиску оптимальных технологических решений, выходу на новые рынки, приобретению новых партнеров и клиентов. Особое место в процессе функционирования цифровой экономики занимают информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

Существенные трансформации в экономическом развитии, наблюдаемые в последние десятилетия, обусловлены применением различных продуктов, услуг, устройств и других ИКТ. Эти трансформации привели к появлению и развитию цифровой экономики в странах мира.

В связи с тем, что сегодня информационно-коммуникационные технологии достаточно прочно и, скорее всего, навсегда вошли в жизнь людей, сфера ИКТ довольно быстро развивается, и ее продукция востребована по всему миру. Отсюда следует, что отрицать значение и рост данного сектора нельзя. Именно поэтому довольно важно изучить сферу информационно-коммуникационных технологий, выявить ее понятие и сущность.

Цель данной статьи – изучение ИКТ как стемообразующей части цифровой экономики.

Задачи – проанализировать роль информационно-коммуникационных технологий в цифровой экономике, рассмотреть виды информационно-коммуникационных технологий, раскрыть роль государства в развитии данных технологий на примере Китая, проследить продвижение ИКТ в Китае.

Теоретической основой данной статьи послужили исследования В. Sriram, N. Biswajit «Business innovation and ICT strategies», Су Цян «Развитие ИКТ-сектора КНР и его влияние на национальную экономику», А. Р. Нурутдиновой «ИКТ как важная составляющая национальных инновационных систем (обзор-

ный анализ по странам Восточной Азии: Индия, Япония, Китай и Южная Корея)». Стоит также упомянуть работы В. Г. Гельбраса «Экономика Китайской Народной Республики. Важнейшие этапы развития 1949–2007», Yun Wen «The Huawei model. The Rise of China's Technology Giant», Ф. Р. Абасова «Сравнительный анализ ИКТ-секторов США и Китая», С. Lattemann, I. Alon, W. Zhang «Huawei goes global».

Особое внимание было уделено источникам в сети Интернет. При подготовке статьи использовалась информация с сайтов, посвященных экономическому развитию Китая и работе компании Alibaba Group.

Методы исследования

В этой статье применялись такие методы, как сравнительный анализ, а также такие теоретические методы исследования, как дедукция, метод исторического анализа, статистические методы, общелогические методы (анализ и синтез).

*Результаты и дискуссия**1. Роль информационно-коммуникационных технологий в цифровой экономике*

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), согласно международной стандартной отраслевой классификации всех видов экономической деятельности (МСОК), дает определение сектора ИКТ как «производство (товаров и услуг), в основном направленное на выполнение или содействие выполнению функции обработки информации и связи с помощью электронных средств, включая передачу и визуальное воспроизведение данных» [1]. Иными словами, ОЭСР определяет ИКТ как любой продукт или услугу, которая хранит, извлекает, манипулирует, обрабатывает, передает или получает информацию в электронном виде в цифровой форме. С этим нельзя не согласиться.

Исходя из определения в глоссарии к проекту Концепции развития информационно-коммуникационной инфраструктуры и технологий в Российской Федерации [2], ИКТ – технологии, предназначенные для совместной реализации информационных и

коммуникационных процессов. Это конвергенция унифицированных коммуникаций, телекоммуникаций, вычислений и радиовещания. Термин же «информационные технологии» используется в более узком смысле, обычно исключая телекоммуникационные технологии, но включая сети передачи данных в качестве ссылки на системы, поддерживающие обработку информации. Информационно-коммуникационные технологии – это расширенный термин для информационных технологий, который подчеркивает роль унифицированных коммуникаций и интеграции телекоммуникаций и компьютеров, а также необходимого корпоративного программного обеспечения, промежуточного программного обеспечения, хранения и аудиовизуальных средств, которые позволяют пользователям получать доступ, хранить, передавать, понимать и манипулировать информацией. С вышеизложенными понятиями, на наш взгляд, стоит согласиться. К тому же разные понятия ИКТ говорят о многогранности и сложности термина.

Объемы обработки, сети и емкости хранения растут экспоненциально, а знания становятся доступными для большего числа людей, чем когда-либо прежде в истории человечества. Сетевые эффекты побуждают все большее число людей и, следовательно, устройств использовать и создавать информацию. ИКТ дают нам способность собирать и использовать данные с беспрецедентной в истории скоростью.

Глубокое понимание, полученное с использованием этих информационно-коммуникационных технологий для сбора, анализа и понимания данных, дает огромные возможности для понимания розничных и корпоративных клиентов, для точной настройки процессов, сокращения неэффективности, избыточности и потерь, обеспечения электронного управления и проведения исследований и разработки.

ИКТ стимулируют инновации на каждом этапе жизненного цикла продукта или услуги. Для исследований в академических кругах и промышленности инструменты ИКТ обеспечивают как высокую точность анализа, так и массовое моделирование, а также возможность быстрого проектирования, построения и про-

верки сложных теоретических моделей с использованием больших данных, малых данных или даже несовершенных данных.

ИКТ помогают в исследованиях рынка, разработке идей и создании новых продуктов и услуг. В процессе продаж требования клиентов могут быть отображены и точно сопоставлены, чтобы помочь разработать решения и внести предложения. Благодаря богатству данных, доступных организациям, можно разработать совершенно новые бизнес-модели. Существующие же бизнес-модели можно сделать более четкими и конкурентоспособными. Как прямым, так и косвенным образом цифровые технологии заставляют двигаться по пути к инновациям, стимулируя всех игроков к разработке чего-то совершенно нового.

Инновации можно объяснить с помощью нового продукта или услуги, которые включают либо новые технологические знания, либо новые знания о рынке, либо и то, и другое. Это зависит от компетенций и активов, которыми обладает организация. Инфраструктура ИКТ компании, ее квалифицированный персонал и склонность к разработке стратегий на основе информации, доступной через структуру ИКТ, и так далее создают ее компетенции и нематериальные активы, которые необходимы для разработки новых продуктов и услуг.

Помимо модернизации продуктов и процессов, инструменты ИКТ можно эффективно использовать для функциональной и межцепочечной модернизации. В случае функциональной модернизации компании сокращают цепочку создания стоимости, и могут появиться специализированные поставщики, готовые взять на себя некоторые звенья цепочки создания стоимости и тем самым произвести некоторую агломерацию. К примеру, продукт может быть разделен на разные модули, и разные компании управляют этими модулями. В случае межцепочечной модернизации две или более разные цепочки создания стоимости объединяются в новую цепочку создания стоимости. Так, например, производственно-сбытовая цепочка базовой электронной промышленности может быть связана с производством игрушек для создания новой цепочки создания стоимости для

электронных игрушек [3]. Роль ИКТ в управлении или рационализации цепочки создания стоимости огромна. Управление цепочками поставок Walmart или Amazon может быть хорошим примером того, как ИКТ могут помочь в инновациях цепочки поставок.

Сейчас практически в каждой организации в мире информационно-коммуникационные технологии играют важную роль. Многие действия стали выполнять компьютеры или другие устройства. Каждая организация представляет собой сложный информационный двигатель и, следовательно, является организацией ИКТ. Установив это, крайне важно хорошо понимать технологию и архитектуру предприятия. Ключевые отраслевые тенденции и интересующие технологии должны быть понятны каждому, кто играет какую-либо значительную роль в организации. Технологии действительно способствуют экосистеме, и всем будет полезно понять и признать этот факт.

Все вышесказанное раскрывает сущность ИКТ, его особые характеристики.

Кроме того, важно отметить, что сектор ИКТ довольно обширен: от производства электронных компонентов до создания искусственного интеллекта, способного самостоятельно решать поставленные перед ним задачи, и устройства, которые позволяют пользователям получать доступ, хранить, передавать, понимать и манипулировать информацией, что открывает множество дальнейших возможностей. ИКТ способствуют улучшению качества проводимых исследований, и с каждым годом появляются все новые технологии, которые стимулируют дальнейшее развитие этого сектора.

2. Виды информационно-коммуникационных технологий

Непрерывные изменения в мире изменяют и улучшают технологии. Так, каждый год производятся новейшие устройства информационно-коммуникационных технологий, создаются новые функции существующих изобретений. Вследствие быстрого развития ИКТ-сектора довольно непросто выделить определенные виды информационно-коммуникационных технологий. «Глобальные мобильные устройства

и подключения во всем мире сегодня превышают население мира (7,25 млрд). Проникновение мобильных телефонов составляет более 90 %, и у нескольких человек есть несколько мобильных устройств» [4]. Для сравнения, проникновение персональных компьютеров (ПК) намного ниже – 20 %. Общая стоимость вычислительной мощности процессора, полосы пропускания и хранилища продолжает снижаться, и постоянно внедряются новые, более эффективные стандарты сетевых технологий. Все это приводит к радикальным изменениям в составе ИКТ:

1. В услугах и бизнес-моделях: иммерсионный пользовательский опыт, включая AR/VR/XR, цифровые услуги, цифровой маркетинг, аналитику, большие данные, автоматизацию, корпоративную архитектуру, микросервисы, открытые инновации, краудсорсинг, социальные сети, электронную коммерцию.

2. В мобильных сетях: мобильный широкополосный доступ, 3G, 4G/LTE, 5G, мобильность (например, услуги на основе местоположения и мобильный банкинг), корпоративная мобильность (например, обеспечение работы полевого персонала и управление логистикой), мобильность телекоммуникационных компаний (например, смартфоны и интеллектуальные приложения).

3. В инфраструктуре и центрах обработки данных: облачные вычисления, виртуализация, контейнеры и услуги, например Software as a Service (SaaS), Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) и др.

4. В базовых сетях: IP-сети, SIP-транкинг, SDN (программно-определяемая сеть) и NFV (виртуализация сетевых функций), конвергенция (VoIP, тройное/четырёхкратное воспроизведение) и т. д.

5. В технологиях: платформа, умные машины, 3D-печать, IoT (Internet of Things), искусственный интеллект, машинное обучение [3].

Естественно, с течением времени будут возникать новые категории. Почти невозможно точно предсказать, какими могут быть области будущего роста, точный характер работы, технологии, бизнеса или инструментов. С усилением конвергенции ИКТ со сферами управления бизнесом маркетинг является наи-

более динамичным с точки зрения внедрения новых ИКТ. Этому способствует тот факт, что цифровой маркетинг сегодня находится в авангарде взаимодействия клиентов с брендами. Клиенты сначала выходят в Интернет и ищут компании, продукты и услуги, а цифровые технологии ускоряют осведомленность клиентов о каждом возможном доступном выборе.

В своей работе «Развитие ИКТ-сектора в КНР и его влияние на национальную экономику» Су Цян выделяет новейшие разработки в сфере производства ИКТ-товаров, такие как микроПК, протезы с искусственным интеллектом, ноутбуки-планшеты со сгибаемым экраном и другие виды товаров. Однако стоит отметить, что функционирование ИКТ-сектора в национальной экономике не ограничивается производством ИКТ-товаров, важнейшую роль играют также ИКТ-услуги: виды услуг, которые обеспечивают возможность обработки и передачи информации при помощи электронных средств и носителей. К таким услугам можно отнести: услуги по разработке программного обеспечения, услуги на основе технологии «блокчейн», услуги 3D-печати, услуги на основе технологии 5G, услуги «облачных вычислений» [5].

3. Роль государства в развитии ИКТ на примере Китая

Сектор ИКТ по праву можно считать одной из важнейших и перспективных отраслей экономики. В качестве примера успешного государственного стимулирования развития сферы ИКТ можно назвать Китайскую Народную Республику. Сектор информационно-коммуникационных технологий по праву можно считать двигателем мировой экономики, от его развития может зависеть место страны на мировой арене. В настоящее время китайские компании могут свободно соревноваться в качестве, долговечности и популярности с зарубежными лидерами по производству информационно-коммуникационного оборудования и услуг [6].

С конца 1978 г. Китай начал проводить политику экономических реформ и открытости. В центре внимания стали экономическое строительство, техническая революция и социалистическая модернизация [7]. «План раз-

вития науки и техники КНР на 1978–1985 гг.» был разработан в 1978 г. с целью скорейшего сокращения разрыва между Китаем и передовыми странами в развитии техники и науки. Программа включала в себя более 100 важнейших и приоритетных проблем в восьми приоритетных научно-технических областях.

В 1979 г. Дэн Сяопин отметил, что телекоммуникации должны стать одной из наиболее важных областей государственных инвестиций наряду с другими стратегическими секторами, такими как энергетика и транспорт, чтобы заложить основу для строительства инфраструктуры.

В 1982 г. Китай импортировал и установил первую цифровую коммуникационную систему с пропускной способностью десять тысяч портов в Фучжоу, прибрежном городе на юго-востоке Китая, что ознаменовало скачок в пропускной способности китайской телекоммуникационной сети от устаревших электро-механических сетей к цифровому управлению.

В 1986 г. китайское правительство снизило тарифы на импортное телекоммуникационное оборудование для привлечения иностранных инвестиций и роста импорта телекоммуникаций. Также были освобождены от пошлин отечественные фирмы, которые использовали кредиты Всемирного банка или Азиатского банка развития для покупки иностранного оборудования.

В рамках Госсовета была сформирована Руководящая группа по возрождению электронной промышленности во главе с вице-премьером Ли Пэном. В 1984 г. эта группа представила «Отчет о стратегии развития электронной и информационной промышленности нашей страны», призывающий к приоритетному применению ИКТ в различных социальных и экономических сферах с особым упором на развитие телекоммуникационного оборудования и компьютерные технологии [8].

С 1986 г. начала реализовываться «Программа научно-технического развития на 1986–2000 годы», состоящая из планов фундаментальных и прикладных исследований, технического развития, технологической популяризации и освоения зарубежных технологий. Кроме того, 1986 год – это год реализации так

называемого «Плана 863» [9], в котором были определены такие ключевые области высоких технологий, как биотехнология, информационные технологии, автоматизация, энергетика, новые материалы и две военные области.

В начале 90-х гг. в стране уже функционировали такие известные фирмы, как Motorola, IBM, Microsoft, Nokia, Cisco, AT&T и др. [10]. К 2005 г. в Китае насчитывалось более 180 венчурных фирм, активно инвестирующих в быстро развивающиеся информационные и коммуникационные технологии [11].

Следует отметить, что китайские предприятия ИКТ прошли через радикальные преобразования. В первую очередь, они коснулись государственных предприятий. В 1985 г. был реализован план реструктуризации и перемещения предприятий: ряд традиционных предприятий электроники локализовался в прибрежных городах и начал экспортное производство. Реорганизованные предприятия в основном занимались изготовлением печатных плат на экспорт и цветных телевизоров для внутреннего рынка. Эти предприятия сыграли важную роль в промышленных реформах, обеспечив большую долю производства потребительских товаров в стране в переходный период. Их научно-исследовательский потенциал, а также их производственные ноу-хау, которые были накоплены во время маоистской индустриализации, были поглощены другими отечественными предприятиями ИКТ, такими как Huawei. Последствия индустриализации Китая заложили прочную базу для развития местных технологий и создания конкурентоспособных отечественных фирм.

Основная цель либеральной реформы государственных предприятий в секторе ИКТ в 1980-е гг. состояла в том, чтобы отделить централизованное администрирование от управления предприятием, разрешив госпредприятиям действовать самостоятельно в планировании продукции, маркетинге, НИОКР и распоряжении прибылью. В середине 1990-х гг. китайский сектор госпредприятий прошел через вторую волну радикальной реформы предприятий наряду с неолиберальной реформой в стране. Это значительно ускорило темпы либерализации Китая в системе контро-

ля и управления корпоративной собственностью. Государство способствовало массовому вхождению негосударственных предприятий в производственную отрасль ИКТ, чтобы поощрить расширение цифровой трансформации в Китае. С середины 1980-х гг. появился и быстро вырос ряд ИКТ-компаний, в том числе Huawei, ZTE, TCL, Lenovo и Haier. Они первоначально были зарегистрированы как коллективные предприятия.

Отрасль ИКТ стала одним из самых притягательных секторов для притока прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в связи с тем, что вектор экономического развития был перемещен с собственных сил на внешний рынок.

В мае 2000 г. Международный союз электросвязи утвердил Китайский TD-SCDMA в качестве третьего стандарта 3G наряду с поддерживаемым Европой WCDMA и поддерживаемым США CDMA2000, что обострило конкуренцию на этом рынке. Рост мобильных сетей и услуг послужил расширению и укреплению телекоммуникационного рынка Китая, так как с 90-х гг. развитие мобильных сетей считалось одним из национальных приоритетов. К концу 2003 г. количество пользователей мобильных телефонов в Китае увеличилось до 230 миллионов, впервые превысив число абонентов фиксированной связи.

Стоит отметить, что национальная инновационная политика Китая в новом веке нашла отражение в социально-политическом курсе «Китайская мечта», который был провозглашен в 2012 г. Речь идет по сути о технологическом развитии страны на основе государственных и частных промышленных инноваций. Это позволяет говорить о развертывании государственно-частного партнерства, предназначенного для поддержания технологического лидерства Китая.

В целях реализации данной задачи правительство на всех уровнях инвестирует исследования и разработки, прежде всего в прорывных технологиях, таких как биотехнология, искусственный интеллект (ИИ), интегральные схемы (ИС), транспортные средства на новых источниках энергии и робототехника; поддержку роста китайских патентных портфелей; осуществление стратегических инвестиций в

акционерный капитал; запуск многочисленных научно-технических мегапроектов, таких как квантовые вычисления. Руководство страны развивает и продвигает китайские технологии, используя для этого законодательство, систему государственных закупок, дипломатические и технические средства, а именно ограничивает использование иностранного оборудования и программного обеспечения в государственных организациях; обязывает применять отечественные технологические разработки в здравоохранении, банковском деле и финансах.

В 2010-х гг. Китай стремился развивать национальные китайские технологические стандарты, ориентируясь на продвижение отечественных фирм.

Другой инициативой 2010-х гг., без сомнения, является появившаяся в 2015 г. инициатива Пекина «Made in China 2025» [12], которая связана с разработками больших данных, робототехники, облачных вычислений, интеллектуальных датчиков. Этот курс предполагает завоевание технологического лидерства на основе концентрации и координации НИОКР путем объединения проектов, увеличения расходов на НИОКР, активизации патентной деятельности, отбор отечественных и зарубежных технологических решений. Государство активно финансирует льготные кредиты и инвестиционные фонды, использует государственные закупки в пользу товаров и услуг отечественных фирм.

Следует отметить, что рассматриваемая инициатива «Made in China 2025» заключается в превращении Китая из экспортно-ориентированной производственной сверхдержавы в инновационную передовую державу. Для достижения этой цели необходима реализация следующих задач: укрепление промышленной базы; активное применение инновационных технологий в отраслях промышленности; разработка собственных и усовершенствование существующих производственных инноваций; продвижение китайских брендов; содействие прорывам в ключевых секторах; обеспечение экологически чистого производства; реструктуризация производственного сектора; интернационализация производства.

В принятом Плате развития искусственного интеллекта нового поколения Пекин фактически взял ориентир превратить Китай в центр фундаментальных исследований в области теории и практики ИИ; достичь лидерства в мире отечественной индустрии искусственного интеллекта [12].

При переходе от 3G к 4G местные китайские фирмы получили преимущества на внутреннем рынке 4G. В декабре 2013 г. была впервые выдана лицензия китайского стандарта 4G собственной разработки TD-LTE. Для развития местного стандарта китайский регулирующий орган умышленно отложил лицензирование поддерживаемого Европой FDD-LTE до 2015 г. На фоне активного продвижения китайским правительством стандарта TD-LTE за границами страны локально разработанный стандарт продвинулся в глобальном масштабе и позволил китайским компаниям, производящим телекоммуникационное оборудование, оперативно проникнуть на мировые рынки LTE. Применяв протекционистскую политику руководства КНР, компания Huawei смогла стать одним из ведущих поставщиков сетевого оборудования LTE в мире, создав свою сеть 5G в мировом масштабе.

В период с 2013 по 2017 гг. основой информационно-технологического развития страны стал упор на инвестиции в 5G, робототехнику, аэрокосмическую промышленность, а также на ускорение инвестиций и исследований в области ИИ [12]. Эти усилия направлены на то, чтобы продвинуть Китай вверх по цепочке создания стоимости в процессах и продуктах, а также в отрасли, ранее принадлежавших западным фирмам. Как неотъемлемая часть программы экономической реструктуризации Китая, 5G, наряду с приложениями, связанными с 5G, была признана «стратегической развивающейся отраслью» и «новой областью роста» в тринадцатом пятилетнем плане Китая (2016–2020). Важно не только стратегическое развитие технологии 5G как таковой, но и производственные цепочки, связанные с 5G, которые были переплетены с инициативой китайского государства по развитию технологических преимуществ и рыночных границ. В этом процессе местные игроки сыграли ре-

шающую роль в установлении лидерства Китая в области 5G. Можно отметить, что китайские стратегии были мотивированы мнением о том, что процветание и безопасность могут быть достигнуты только в результате достижения технологического лидерства и острого понимания политических рисков дальнейшего отставания в различных ключевых новых технологиях, которые определяют многие будущие пути для развития.

Официальная политика Китая в отношении инициативы «Один пояс, один путь», которая была запущена в 2013 г. и которая дополняет стратегию «Идти вовне» с 1999 г., способствовала выходу некоторых китайских компаний на новые рынки. Данные, собранные China Investment Global Tracker, показывают, что среди 662,3 млрд долларов США инвестиций китайских многонациональных компаний на сумму не менее 100 млн долларов США 57 % приходилось на страны программы «Один пояс, один путь» в период с 2014 по 2019 гг. [12]. Китайское государство проводит комплексную политику оказания помощи высококлассным государственным фирмам, а также ведущим частным фирмам для использования развивающихся рынков, таких как африканский континент.

4. Продвижение ИКТ в Китае

Развитие ИКТ в XXI в. демонстрируют китайские компании Huawei и Alibaba Group.

В начале своего пути компания Huawei, как и многие другие, занималась розничной торговлей товарами потребительского назначения, стремясь выйти на мировой рынок. Затем компания переориентировала свою работу на рынок телекоммуникационного оборудования.

В начале последнего десятилетия прошлого века Huawei предложила усовершенствованный цифровой коммутатор C&C08, интегрированную сеть доступа HONET, решения синхронной цифровой иерархии (SDH) [13], коммутируемых телефонных сетей общего пользования.

В начале нового века компания Huawei превратилась из простого производителя телекоммуникационного оборудования в главного поставщика ИКТ-решений, преуспев в сегменте фиксированной связи и 2G [14], начав

разработку собственных стандартов и создание инфраструктуры. В последнее время эта компания первенствует во многих областях ИКТ, в том числе 5G [15].

Компания Alibaba Group является признанным лидером на рынке электронной коммерции Китая и мира и служит еще одним примером активного двигателя и реализатора инновационных технологий на практике, включая и ИКТ. В Китае эта компания лидирует в определенных видах электронной коммерции, а именно B2C («бизнес – потребитель»), B2B («бизнес – бизнес»), C2C («потребитель – потребитель») видах электронной торговли [16]. Данная фирма появилась на рынке в 1999 г. Ее быстрое развитие связано с высокоразвитыми сервисами электронной коммерции, что позволило обеспечить пользователей удобными и быстрыми услугами электронной коммерции в долгосрочной перспективе. На сегодняшний день эта компания представляет собой большой холдинг, распространяющийся не только на материковый Китай, но и на США, Японию с численностью работников более 255 тыс. человек [17]. Каждый месяц торговые онлайн-платформы посещают более 960 млн пользователей, при этом их пятая часть находится за пределами Китая [18].

В структуру Alibaba Group входят торговые площадки – оптовые и розничные, облачные вычисления, логистические организации, цифровые мультимедиа, финансовые структуры и др. Данная компания предоставляет комплексные услуги в электронной коммерции, объединяя платежные, информационные, логистические и другие услуги, выйдя на уровень интегрированности услуг.

Открытость к сотрудничеству привела в результате к образованию экосистемы электронной коммерции Alibaba. Alibaba Group на сегодняшний день является общей платформой, объединяющей в себе платформу облачных вычислений электронной коммерции (Alibaba Cloud Computing), розничную онлайн-платформу (Taobao и Tmall), торговую онлайн-платформу предприятия (Alibaba Network Co., Ltd.), поисковую платформу онлайн-покупок (Amoy Network), платежную платформу (Alipay), базовую сервисную платформу Интернета (Yahoo China) и др.

Отличительной чертой работы дочерних структур Alibaba является активное внедрение и использование инновационных сервисов и технологий.

К примеру, ведущий способ оплаты на дочерней платформе Taobao – это банковские карты и платежная система AliPay, являющаяся собственной разработкой компании Alibaba Group. Сервис включает защиту денежных средств покупателя. До момента, пока покупатель не подтвердит получение товара, деньги резервируются в облачном банке торговой площадки и зачисляются на счет продавца, если покупатель доволен товаром. Разработанное мобильное приложение Taobao работает с такими операционными системами как iOS и Android, что обеспечивает популярность платформы. Это способствует росту прибыли и количества клиентов. Все торговые площадки Alibaba Group устроены таким образом.

Дочерние компании Alibaba стали первыми, кто ввел онлайн-трансляции, позволяющие покупателям оперативно оценить внешний

вид продукта и его качество. Онлайн-трансляции служат повышению доверия клиентов к платформе, а также увеличению популярности к платформе со стороны фирм.

Заключение

Подводя итог вышесказанному, следует признать, что развитие цифровой экономики связано с внедрением инновационных технологий, включая отрасль информационно-коммуникационных технологий, которые должны обладать гибкостью и способностью оперативно изменяться под воздействием различных факторов и ситуаций на рынках. Это означает, что бизнес-модели часто меняются.

Мы убедились, что могут появляться новые направления и в сфере ИКТ-производства, и в сфере ИКТ-услуг. Те фирмы и государства, которые обеспечивают это, достигают успеха. Таким образом, инновационные технологии должны идти в ногу с изменениями требований рынков и сохранять способность следовать стратегии бизнеса и государства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Международная стандартная отраслевая классификация всех видов экономической деятельности. Четвертый пересмотренный вариант // Экономические и социальные вопр. Сер. М № 4/Rev.4. 2009. С. 336.
2. Глоссарий (термины и определения) к проекту Концепции развития информационно-коммуникационной инфраструктуры и технологий в Российской Федерации (проект) // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/3464/> (дата обращения: 02.03.2022).
3. Sriram B., Biswajit N. Business innovation and ICT strategies. Palgrave macmillian, 2019. P. 8.
4. Ericsson Mobility Report: URL: <https://www.ericsson.com/en> (дата обращения: 02.02.2022).
5. Су Цян. Развитие ИКТ-сектора КНР и его влияние на национальную экономику // Международные отношения: история, теория, практика. 2021. С. 290. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46624942> (дата обращения: 08.12.2021).
6. Нурутдинова А. Р. ИКТ как важная составляющая национальных инновационных систем (обзорный анализ по странам Восточной Азии: Индия, Япония, Китай и Южная Корея) // Экономика и управление: Анализ тенденций и перспектив развития. 2012. № 1–2. С. 188. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20411899> (дата обращения: 08.10.2022).
7. Гельбрас В. Г. Экономика Китайской Народной Республики. Важнейшие этапы развития 1949–2007: курс лекций. М.: Гуманитарий, 2007.

8. Yun Wen. The Huawei model. The Rise of China's Technology Giant / University of Illinois press. 2020. P. 42.
9. China.Org.Cn: [сайт]. URL: http://russian.china.org.cn/china/archive/China2006/txt/2006-12/06/content_2279098.htm (дата обращения: 30.10.2022).
10. Makarov S. V., Ostanin V. V. The comparison of routers by firms CISCO, JUNIPER and HUAWEI // MODERN APPLIED SCIENCE. 2014. P. 317. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24014499&> (дата обращения: 15.10.2022).
11. Абасов Ф. Р. Сравнительный анализ ИКТ-секторов США и Китая // Сб. конф. НИЦ социосфера. 2014. № 1. С. 13. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21192088> (дата обращения: 07.10.22).
12. Lattemann C., Alon I., Zhang W. Huawei goes global. Vol. 1. Palgrave macmillian, 2020.
13. Yun Wen. The Huawei model. The Rise of China's Technology Giant / University of Illinois press. 2020. P. 56.
14. Helin M. Huawei's strategic efficiency. How does an efficient and effective strategic management system relate to Huawei's successful story? Semantic Scholar. 2019. P. 30.
15. Рябичева О. И., Халилова У. А. Опыт Huawei: как китайские компании становятся глобальными корпорациями // Тенденция развития науки и образования. 2020. С. 117. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43557746> (дата обращения: 30.11.2021).
16. Погодин С. Н., Ягья Т. С. К вопросу о развитии китайского рынка электронной коммерции // Евразийская интеграция. 2022. № 16(2). С. 60–69.
17. Alibaba: Сотрудники. Общее число – текущие значения, предыдущие значения, прогнозы, графики и экономический календарь // Trading Economics. Окт. 2022. URL: <https://ru.tradingeconomics.com/baba.us:employees> (дата обращения: 31.10.2022).
18. Alibaba: история создания и успеха Алибаба // LinDeal. 2022. URL: <https://lindeal.com/business/alibaba-istoriya-sozdaniya-i-uspekha-kompanii?ysclid=19wwn2nv3o732450131> (дата обращения 31.10.2022).

References

1. United Nations. (2009). International standard industrial classification of all types of economic activity. Fourth revision. Series M No. 4/Rev.4.
2. Glossary (terms and definitions) for the draft Concept for the development of information and communication infrastructure and technologies in the Russian Federation (draft). Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation. URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/3464/> (accessed: 03.02.2022).
3. Sriram B., Biswajit N. Business innovation and ICT strategies. Palgrave macmillian, 2019, p. 8.
4. Ericsson Mobility Report. URL: <https://www.ericsson.com/en> (accessed 02.02.2022).
5. Su Qiang. Development of the PRC ICT sector and its impact on the national economy. International relations: history, theory, practice. 2021, p. 290. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46624942> (accessed: 12/08/2021).
6. Nurutdinova A. R. ICT as an important component of national innovation systems (overview analysis for East Asian countries: India, Japan, China and South Korea). Economics and Management: Analysis of trends and development prospects. 2012, no. 1–2, p. 188. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20411899> (accessed: 08.10.2022).
7. Gelbras V. G. The economy of the People's Republic of China, the most important stages of development, 1949–2007: a course of lectures. M., Humanist, 2007.
8. Yun Wen. The Huawei model. The Rise of China's Technology Giant. University of Illinois Press. 2020, p. 42.
9. China. Org. Cn. URL: http://russian.china.org.cn/china/archive/China2006/txt/2006-12/06/content_2279098.htm (accessed 30.10.2022).

10. Makarov S. V., Ostanin V. V. The comparison of routers by firms CISCO, JUNIPER and HUAWEI. MODERN APPLIED SCIENCE. 2014, p. 317. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24014499&> (accessed: 10.15.2022).
11. Abasov F. R. Comparative analysis of the ICT sectors of the USA and China. Collection of conferences of the Research Center Sociosphere. 2014, no. 1, p. 13. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21192088> (accessed: 07.10.202).
12. Lattemann C., Alon I., Zhang W. Huawei goes global. Vol. 1. Palgrave macmillian, 2020.
13. Yun Wen. The Huawei model. The Rise of China's Technology Giant. University of Illinois Press. 2020, p. 56.
14. Helin M. Huawei's strategic efficiency. How does an efficient and effective strategic management system relate to Huawei's successful story? Semantic scholar. 2019, p. 30.
15. Ryabicheva O. I., Khalilova U. A. Huawei Experience: How Chinese Companies Become Global Corporations. Science and Education Development Trend. 2020, p. 117. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43557746> (accessed: 11.30.2021).
16. Pogodin S. N., Yagya T. S. On the development of the Chinese e-commerce market. Eurasian integration. 2022, no. 16(2), pp. 60–69.
17. Alibaba: Staff. Total Number – Current Values, Previous Values, Forecasts, Charts and Economic Calendar. Trading Economics. October 2022. URL: <https://ru.tradingeconomics.com/baba:us:employees> (accessed: 31.10.2022).
18. Alibaba: the history of the creation and success of Alibaba. LinDeal. 2022. URL: <https://lindeal.com/business/alibaba-istoriya-sozdaniya-i-uspekha-kompanii?ysclid=19wn2nv3o732450131> (accessed: 31.10.2022).

Статья поступила в редакцию 13.02.2023 г., принята к публикации после рецензирования 15.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 13.02.2023, accepted for publication after reviewing on 15.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 43–50
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 43–50

Научная статья
УДК 332.14

СТОИТ ЛИ ОЖИДАТЬ ОЧЕРЕДНУЮ «ЗИМУ» ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СКОРОМ ВРЕМЕНИ

SHOULD WE EXPECT A NEXT ARTIFICIAL INTELLIGENCE «WINTER» IN NEAR FUTURE

Максим Александрович ЛЕГАШОВ

проректор по экономике и финансам, Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
legashov.m@unecon.ru

M. A. LEGASHOV

Vice-Rector for Economics and Finance, Saint-Petersburg State Economic University, legashov.m@unecon.ru

Аннотация. История искусственного интеллекта, хотя еще и насчитывает всего несколько десятков лет, но уже богата резкими взлетами и столь же стремительными падениями. В статье анализируются факторы, послужившие причинами проблем развития искусственного интеллекта в XX веке. Выявляются основные современные проблемы искусственного интеллекта и на основании полученных данных делается попытка оценить возможность наступления новых критических спадов интереса к технологии в ближайшем будущем. Описаны циклы всплеска интереса к развитию технологии, автором выделено и описано несколько исторических циклов развития искусственного интеллекта. Например, сегодня экономика замкнутого цикла может использовать искусственный интеллект для оптимизации процессов переработки отходов и управления ресурсами. В то же время, алгоритмы машинного обучения могут помочь оптимизировать расписание сбора отходов или предсказывать объемы отходов в определенных районах. Кроме того, искусственный интеллект может использоваться для автоматической сортировки отходов и определения наиболее эффективных способов их переработки. Все это может привести к более эффективному использованию ресурсов и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Однако необходимо учитывать потенциальные риски, связанные с развитием искусственного интеллекта. Например, автоматизация процессов может привести к потере рабочих мест и неравномерному распределению выгод между различными группами населения. Поэтому при разработке и внедрении технологий искусственного интеллекта в экономику замкнутого цикла необходимо учитывать социальные и экологические аспекты и обеспечивать справедливое распределение выгод.

Ключевые слова: искусственный интеллект, история искусственного интеллекта, «зима» искусственного интеллекта, проблемы искусственного интеллекта, перспективы искусственного интеллекта

Abstract. *The history of artificial intelligence, although still only a few decades old, is already rich in dramatic ups and equally dramatic downs. The article analyzes the factors that caused the problems in the development of artificial intelligence in the twentieth century. The main current problems of artificial intelligence are identified, and on the basis of the data obtained an attempt is made to assess the possibility of new critical declines in interest in the technology in the near future. Cycles of surge of interest in the development of technology are described, the author has highlighted and described several historical cycles of development of artificial intelligence. For example, today's closed-loop economy can use artificial intelligence to optimize waste processing and resource management. At the same time, machine learning algorithms can help optimize waste collection schedules or predict the volume of waste in certain areas. In addition, artificial intelligence can be used to automatically sort waste and determine the most efficient way to recycle it. All of this can lead to a more efficient use of resources and reduce the negative impact on the environment. However, potential risks associated with the development of artificial intelligence must be considered. For example, the automation of processes can lead to the loss of jobs and the unequal distribution of benefits among different populations. Therefore, the development and implementation of artificial intelligence technologies in a closed-loop economy must take into account social and environmental aspects and ensure an equitable distribution of benefits*

Keywords: *artificial intelligence, history of artificial intelligence, «winter» of artificial intelligence, issues of artificial intelligence, future of artificial intelligence*

Введение

Историю искусственного интеллекта принято отсчитывать от семинара, организованного Джоном Маккарти, Марвином Мински, Клодом Шенноном и Натаниэлем Рочестером, который проходил летом 1956 г. в Дартмутском колледже (г. ГанOVER, шт. Нью-Гемпшир, США) [1, 2]. Именно на этом мероприятии впервые прозвучал сам термин «искусственный интеллект» или «ИИ», предложенный Джоном Маккарти. Хотя многие авторы полагают, что зарождение «думающих машин» произошло гораздо раньше, с первых попыток формализовать логику в механизмах, осуществленных Луллием Раймундом в XIII в. [3], общепринятой датой зарождения искусственного интеллекта как отрасли науки все же признается дата Дартмутского семинара (конференции). Участники конференции в дискуссии сформулировали основные поня-

тия, дали свои прогнозы развития отрасли, смогли познакомить и объединить усилия ранее разобщенных ученых [4–6]. Конференция вызвала большой ажиотаж и спровоцировала бурный рост заинтересованности этой сферой. Под сформулированные идеи были выделены крупные инвестиции.

В данный период делались очень смелые предсказания: «В течение 20 лет машины получат возможность выполнять любую работу, которую выполняет человек» [7]; «В течение жизни нашего поколения... задача создания искусственного интеллекта будет в целом решена» [4]. Однако прогнозы пионеров ИИ оказались излишне оптимистичными, а поставленные задачи оказались гораздо сложнее, чем предполагалось. Апологеты искусственного интеллекта подверглись жесткой критике в прессе, в ответ на которую правительства США и Великобритании прекратили финан-

сирование исследований в этой области, а за ними последовали большинство стран. Многие энтузиасты ИИ оказались разочарованными, произошло охлаждение интереса к отрасли. Подобным периодам охлаждения в 1984 г. было придумано название «зима искусственного интеллекта», которое по аналогии с термином «ядерная зима» предложили Р. Шэнк и М. Мински на четвертой национальной конференции Американской ассоциации искусственного интеллекта.

Впоследствии было несколько подобных циклов всплеска интереса к развитию технологии с последующим разочарованием в ней, замедлением развития или полным забвением. Обычно выделяют следующие исторические циклы развития искусственного интеллекта:

1974–1980 гг. – период, известный как первая зима искусственного интеллекта (хотя некоторые исследователи считают, что первая и самая длительная зима наступила после изобретений Л. Раймунда в конце XIII в. и продлилась до середины XX в. [7–9]. Излишняя шумиха, раздутая прессой вокруг искусственного интеллекта, привела к завышенным ожиданиям, неосторожным, чересчур оптимистичным прогнозам исследователей, которые, не оправдавшись, вызвали обратный эффект в обществе. Изучения перцептронов резко прекратились в 1969 г. после публикации М. Мински и С. Пейпертом работы «Перцептроны», в которой было показано, что возможности использования метода ограничены. Неудачи исследовательских проектов DARPA в начале 70-х гг. по распознаванию речи привели к сокращению финансирования. А отчет Дж. Лайтхилла 1973 г. и вовсе содержал вывод о полной неспособности ИИ достичь своих грандиозных целей из-за проблемы «комбинаторного взрыва» – скачкообразного роста количества вариантов решений, которые машине приходилось анализировать методом обычного перебора, при усложнении поставленных задач. Начавшаяся в Великобритании и США волна сокращения финансирования скоро охватила всю Европу и послужила началом первой затяжной «зимы». Окончилась она только с запуском в Японии проекта компьютера пятого поколения в 1980 г. и развитием экспертных систем.

1987–1993 гг. – вторая длительная зима ИИ. Очередной период спада в исследованиях связывается с разочарованием рынка в экспертных системах, признанных слишком дорогими в обслуживании и пригодными в использовании только в ограниченных случаях. Последовал крах огромного рынка LISP-машин – специализированного оборудования, предназначенного для работы с экспертными системами. Также повсеместной неудачей закончились проекты компьютера пятого поколения, финансирование исследований было свернуто. Более 300 частных компаний, занимавшихся ИИ, закрылись или были поглощены. Таким «схлопыванием пузыря» закончилась первая коммерческая волна искусственного интеллекта. Оживление рынка началось только в середине 90-х гг. с увеличением вычислительной мощности техники, появлением новых методов, таких как нейронные сети и генетические алгоритмы. Нейронные сети были известны с конца 1950-х гг., однако разработка метода обратного распространения ошибки позволила перейти к построению более глубоких, многослойных нейронных сетей, которые стало возможно обучать эффективно и отказоустойчиво решать гораздо более широкий круг задач. А генетические алгоритмы и генетическое программирование позволили выстраивать самые продуктивные программы, способные ориентироваться в широком круге вопросов и создавать новаторские и неожиданные решения [5, 10, 11].

В 1997 г. компьютер «Deep Blue» впервые обыграл в шахматы действующего чемпиона мира, «умнейшего человека на земле», вернув веру исследователей в то, что создание искусственного интеллекта, не уступающего и даже превосходящего человеческий, в принципе достижимая задача.

Тем не менее последующий период, вплоть до 2010-х гг., едва ли можно назвать полноценной «весной» ИИ, скорее оттепелью или только самой ранней весной. В этот период все еще плохая репутация проектов с искусственным интеллектом заставляет исследователей избегать даже самого термина ИИ, придумывая для него различные заменители: когнитивные системы, вычислительный интеллект, машин-

ное обучение, интеллектуальные агенты и т. п. [12–15]. С 2010-х гг. существенно выросшая мощность компьютеров позволяет сочетать так называемые большие данные (Big Data) с методами глубокого обучения (Deep Learning), которые основываются на использовании искусственных нейронных сетей. Весьма успешное применение во многих областях (распознавание речи и изображений, понимание естественного языка и т. д.) позволяет говорить о полноценном возрождении ИИ.

Как можно заметить из приведенных исторических циклов, каждый раз очередная «зима» наступала при столкновении с невозможностью решения проблемы на текущем уровне развития техники. Поскольку научно-технический прогресс не поспевал за ростом ожиданий инвесторов и других заинтересованных сторон, подстегиваемого ажиотажем, неизбежно следовал крах и разочарование. Достоверно выявить тенденцию, опираясь только на два случая произошедших затяжных зим ИИ, не представляется возможным. Однако можно предположить, что глобальные спады, вызванные технологическими ограничениями, должны происходить все реже и длиться все меньше. Это связано в первую очередь с ускорением технического прогресса. Компьютерные технологии развиваются по закону Мура все более быстрыми темпами, устраняя технические лимиты. И на передний план теперь выходят ограничения, вызванные не техникой, а нормативным регулированием, общественной моралью, неготовностью общества коренным образом менять сложившиеся правила игры.

Методы исследования

Автор использовал такие методы исследования, как анализ, синтез, исторический обзор и прогнозные тенденции, постановку дискуссионных вопросов с содержательной интерпретацией выводов. Например, может ли технология искусственного интеллекта в очередной раз достигнуть своего локального максимума развития на данном историческом этапе, оперевшись в «потолок», не оправдать возлагавшихся на нее надежд, разочаровав инвесторов и энтузиастов, и забыться на не-

которое время? По мнению автора, это может произойти не только в связи с отсутствием быстрой прибыли для инвесторов и ростом барьеров для входа на рынок новых игроков, что приводит к замедлению появления новых идей [10, 11], но и в связи с наличием в технологии искусственного интеллекта нерешенных принципиальных проблем.

1. Проблема ответственности, связанная с наличием пробелов в законодательстве. В настоящий момент правовой статус ИИ не до конца определен, нерешенной остается проблема юридической ответственности при использовании искусственного интеллекта. Кто, к примеру, должен нести ответственность при причинении вреда здоровью или имуществу третьих лиц машиной под управлением ИИ? Пользователь машины, ее разработчик или собственник? До тех пор, пока использование искусственного интеллекта не затрагивало социально значимые сферы, проблема не стояла столь остро. Однако сейчас роботы, наделенные интеллектом, используются в медицине, транспортных системах, в военной отрасли и т. д. Цена ошибки, допущенной ИИ, при этом многократно возрастает. Законодательные нормы не успевают за развитием науки и техники, а наличие пробелов в нормативном регулировании, соответственно, сдерживает развитие. Признавая это, корпорации сегодня идут по пути принятия собственных кодексов корпоративной этики ИИ [4, 15]. Неурегулированность правового статуса не позволяет однозначно определить и правообладателя объектов интеллектуальной собственности, разрабатываемых нейросетями, обладателя авторских прав на предметы искусства, создаваемые сегодня ИИ.

2. Не менее важными являются этические проблемы использования ИИ. В 2020 г. компания IBM из-за ошибок в распознавании лиц, допускаемых алгоритмами в большей мере по отношению к чернокожим людям, приняла решение закрыть перспективное направление и отказаться от дальнейших разработок, использования и внедрения ИИ по распознаванию лиц. И призвала пересмотреть политику применения подобных алгоритмов в правоприменительной системе государства [16]. Работа алгоритмов ИИ полностью зависит от

обучающей выборки данных. И если данные будут содержать, например, расистские или гендерные предпочтения, то и результаты работы алгоритмов будут подвержены этим недостаткам. А избежать какой-либо предвзятости при структурировании очень большого объема данных – крайне непростая задача [17]. С учетом того количества данных о человеке, получать которые ИИ можно сегодня эффективно обучить только исходя из внешнего вида субъекта, тайна личной жизни становится все более эфемерным понятием. И это тоже серьезная этическая проблема.

3. Проблема доверия. Большинство алгоритмов ИИ работает по принципу «черного ящика». И механизм принятия решения скрыт от пользователя. И хотя ИИ сегодня может эффективно использоваться, например, в медицине для диагностики и назначения лечения, но внедрение его в этой сфере сдерживается, поскольку медицинские работники не склонны доверять диагнозам, поставленным ИИ, особенно, если они идут вразрез с их собственным мнением. Что уж говорить о пациентах, которые тем более охотнее доверятся диагнозу и лечению человека-врача, чем, возможно, более точному диагнозу, поставленному машиной. Связана данная проблема и с проблемой ответственности. Кто будет отвечать в случае, если диагноз ИИ окажется неверным, а лечение навредит пациенту?

4. Проблема безопасности. В связи с тем, что алгоритмы ИИ принимают решение по принципу «черного ящика», возможности контроля за процессом принятия решений со стороны человека сильно ограничены. С учетом того, что искусственный интеллект внедряют во все более социально значимые отрасли (оборона, медицина, транспорт, производство лекарств и т. п.), создают полностью автономные устройства, возможность потери контроля над машиной не может не вселять определенные опасения. Это так называемый экзистенциальный риск ИИ – риск принятия машиной решений, которые могут привести к событиям, глобально влияющим на уровень жизни всех людей. Согласно Кембриджскому центру изучения экзистенциальных рисков искусственный интеллект отнесен к потен-

циальным угрозам для человечества наряду с ядерным оружием, изменением климата и биотехнологиями [17]. Широко обсуждался специалистами случай, произошедший в 2017 г. в компании Facebook, являющейся одной из лидирующих в финансировании ИИ-разработок. При тестировании ботов на общение друг с другом самообучающиеся алгоритмы внезапно перешли на собственный более эффективный язык общения, не понятный для людей. Операторами было принято решение об отключении системы, так как стало невозможно определить, до чего боты могут между собой договориться [6]. Признавая опасность бесконтрольного развития искусственного интеллекта, эксперты, среди которых выступили такие ньюсмейкеры, как Илон Маск, Стивен Хокинг, Билл Гейтс, призвали сообщество ввести законодательные ограничения по использованию ИИ [2].

Результаты и дискуссия

К сожалению, сегодня не удастся компаниям, развивающим технологии искусственного интеллекта, избежать опасных старых ошибок «завышенных ожиданий». Хорошим примером в этом случае может послужить проект беспилотного автомобиля. В 2015 г. нас захлестнул шквал обещаний пересадить водителей на заднее сидение их автомобилей, управлять которыми станет ИИ. Сделать это планировалось к 2020 г. [15]. Однако вплоть до настоящего момента проект полноценно не реализован, большинство стартапов разорилось, а лидеры рынка признают, что задача оказалась много сложнее их первоначальных оценок. Уместно в этой связи вспомнить слова Д. Макдермотта: «Возможно, ожидания слишком высоки, и это в итоге приведет к катастрофе. Представьте, что через 5 лет инвестиции с треском обрушатся, когда автономные автомобили не появятся. Каждый стартап потерпит неудачу. И наступит сильная обратная реакция, когда вы не сможете получить никакие деньги под любой проект, связанный с ИИ. Все начнут изменять даже названия своих исследований, убирая из них ИИ. Это состояние и называется «зимой» ИИ» [13, 17]. Примечательно, что слова эти были

сказаны в 1984 г. и оказались пророческими, «зима» действительно последовала очень скоро после их опубликования.

Любой ажиотаж привлекает и значительное количество мошенников, старающихся сделать быстрые деньги на «хайпе». Так, одна китайская компания смогла привлечь значительные средства на свой проект синхронного перевода с помощью ИИ. Однако, как потом выяснилось, компания просто использовала синхронистов для демонстрации своих проектов при привлечении инвестиций, а реальные разработки ИИ не вела [11]. Модные сегодня слова «нейронные сети», «искусственный интеллект» нередко являются лишь красивой ширмой для скрывающихся за ней целых отделов низкооплачиваемых работников, нанятых в третьих странах. Подобные случаи мошенничества довольно распространены и также отпугивают инвесторов, дополнительно подмачивая репутацию ИИ-разработкам.

Заключение

Бурное и все ускоряющееся развитие технологий искусственного интеллекта в последнее время приводит к опережению развития соответствующих областей нормативного регулирования, возникновению этических проблем, появлению опасений в широких слоях населения, что новые технологии оставят без работы большое количество людей либо вообще могут стать опасными при потере контроля над ними.

Именно сдерживание развития легальными рамками, общественной моралью и антилоббированием противниками, опирающимися на иррациональные страхи людей, плохо разбирающихся в новейших технологиях, могут послужить тем «потолком», оперевшись в который на современном этапе, искусственный интеллект может снова затормозить свое развитие и испытать очередную затяжную «зиму».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акулова А. Почему искусственный интеллект несправедлив? Этические проблемы технологий. URL: <https://tass.ru/obschestvo/11140359> (дата обращения: 22.01.2023).
2. Илон Маск рассказал о «фундаментальной» угрозе для всего человечества. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/17/07/2017/596c4cee9a7947ef966487c5 (дата обращения: 22.01.2023).
3. Клиффорд Пиквер. Искусственный интеллект. Иллюстрированная история. От автоматов до нейросетей. М.: Синдбад, 2021. С. 224.
4. Крупнейшие компании подписали первый в России кодекс этики искусственного интеллекта. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12764611> (дата обращения: 22.01.2023).
5. Ник Бостром. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. С. 496.
6. Миклашевская А. Искусственный интеллект заговорил по-своему. Как боты Facebook придумали для себя непонятный людям язык. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3372761> (дата обращения: 22.01.2023).
7. Ясницкий Л. Н. Зима близко. Почему искусственный интеллект может потерять популярность. URL: <https://iq.hse.ru/news/298467405.html> (дата обращения: 22.01.2023).
8. A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (дата обращения: 22.01.2023).
9. A science of Global Risk. URL: <https://www.cser.ac.uk/research/science-global-risk/> (дата обращения: 22.01.2023).
10. Garnry Peter. OP 2020: Chips go cold in AI winter. URL: <https://www.home.saxo/content/articles/outrageous-predictions/op-2020-chips-go-cold-in-ai-winter-03122019> (дата обращения: 22.01.2023).

11. Hanton Alex. Dating Sites Have Fake Babes: 5 Ways Tech Companies Rip Us Off. URL: https://www.cracked.com/article_27302_dating-sites-have-fake-babes-5-ways-tech-companies-rip-us-off.html (дата обращения: 22.01.2023).
12. Markoff John. Behind Artificial Intelligence, a Squadron of Bright Real People. URL: <https://www.nytimes.com/2005/10/14/technology/behind-artificial-intelligence-a-squadron-of-bright-real-people.html> (дата обращения: 22.01.2023).
13. McDermott D., Waldrop M. M., Chandrasekaran B., McDermott J., Schank R. The dark ages of AI: A panel discussion at AAAI-84 // AI Magazine. 1985. Vol. 6(3). P. 122–134.
14. Minsky M. L. Computation: Finite and Infinite Machines. Prentice-Hall, 1967. P. 2.
15. Mitchell Melanie. Why AI is Harder Than We Think. URL: <https://arxiv.org/abs/2104.12871> (дата обращения: 22.01.2023).
16. Peters Jay. IBM will no longer offer, develop, or research facial recognition technology. URL: <https://www.theverge.com/2020/6/8/21284683/ibm-no-longer-general-purpose-facial-recognition-analysis-software> (дата обращения: 22.01.2023).
17. Simon H. A. The Ford Distinguished Lectures. Vol. 3: The New Science of Management Decision. Harper and Brothers, 1960. P. 38.

References

1. Akulova A. Why artificial intelligence is unfair? Ethical problems of technology. URL: <https://tass.ru/obschestvo/11140359> (accessed: 22.01.2023).
2. Elon Musk spoke about the «fundamental» threat to all of humanity. [Electronic resource]. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/17/07/2017/596c4cee9a7947ef966487c5 (accessed: 01.22.2023).
3. Clifford Pickover. Artificial intelligence. Illustrated history from automata to neural networks. Sindbad, 2021, p. 224.
4. The largest companies signed the first artificial intelligence code of ethics in Russian. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12764611> (accessed: 22.01.2023).
5. Nick Bostrom. Artificial intelligence. Stages. Threat. Strategies. M., Mann, Ivanov and Ferber, 2016, p. 496.
6. Miklashevskaya A. Artificial intelligence spoke its own way. How Facebook bots came up with a language incomprehensible to people. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3372761> (accessed: 22.01.2023).
7. Yasnitsky L. M. Winter is coming why artificial intelligence may lose popularity. URL: <https://iq.hse.ru/news/298467405.html> (accessed: 22.01.2023).
8. A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (accessed: 22.01.2023).
9. A science of Global Risk. URL: <https://www.cser.ac.uk/research/science-global-risk/> (accessed: 22.01.2023).
10. Garnry Peter. OP 2020: Chips go cold in AI winter. URL: <https://www.home.saxo/content/articles/outrageous-predictions/op-2020-chips-go-cold-in-ai-winter-03122019> (accessed: 22.01.2023).
11. Hanton Alex. Dating Sites Have Fake Babes: 5 Ways Tech Companies Rip Us Off. URL: https://www.cracked.com/article_27302_dating-sites-have-fake-babes-5-ways-tech-companies-rip-us-off.html (accessed: 22.01.2023).
12. Markoff John. Behind Artificial Intelligence, a Squadron of Bright Real People. URL: <https://www.nytimes.com/2005/10/14/technology/behind-artificial-intelligence-a-squadron-of-bright-real-people.html> (accessed: 22.01.2023).

- 13. McDermott D., Waldrop M. M., Chandrasekaran B., McDermott J., Schank R. The dark ages of AI: A panel discussion at AAAI-84. *AI Magazine*. 1985, vol. 6(3), pp. 22–134.
- 14. Minsky M. L. *Computation: Finite and Infinite Machines*. Prentice-Hall, 1967, p. 2.
- 15. Mitchell Melanie. Why AI is Harder Than We Think. URL: <https://arxiv.org/abs/2104.12871> (accessed: 22.01.2023).
- 16. Peters Jay. IBM will no longer offer, develop, or research facial recognition technology. URL: <https://www.theverge.com/2020/6/8/21284683/ibm-no-longer-general-purpose-facial-recognition-analysis-software> (accessed: 22.01.2023).
- 17. Simon H. A. *The Ford Distinguished Lectures. Volume 3: The New Science of Management Decision*. Harper and Brothers, 1960, p. 38.

Статья поступила в редакцию 15.02.2023 г., принята к публикации после рецензирования 10.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 15.02.2023, accepted for publication after review on 10.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 51–61
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 51–61

Научная статья
УДК 658.011.56(075.8)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

SIMULATION OF BUSINESS PROCESSES FOR DIGITAL TWINS

Ирина Александровна БРУСАКОВА

доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), brusakovai@mail.ru

I. A. BRUSAKOVA

DSc (Technical), Full Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University, brusakovai@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные подходы к имитационному моделированию процессов в рамках концепции Индустрия 4.0. Представлены особенности формирования наборов данных – data-sets (DS) для управления технической и социально-экономической подсистемами цифрового предприятия в ITSM-контексте. Цифровое предприятие рассматривается как киберфизическая система. Приведен обзор Iot-платформ управления технологическими процессами для создания цифровых двойников. В статье рассматривается имитационное моделирование как метод исследования, который позволяет создавать модели сложных систем и процессов для анализа их поведения в различных условиях. Автор обосновывает применение математических моделей, которые описывают свойства и параметры системы или процесса, а также на проведении компьютерных экспериментов с этими моделями. В статье продемонстрировано, что имитационное моделирование может использоваться для анализа и оптимизации различных систем и процессов, включая производственные, транспортные, финансовые, экологические и другие. Важно указать, что результат представленного исследования подтверждает возможность предсказывать поведение системы в различных условиях, определять ее уязвимости и находить оптимальные решения для ее улучшения. Примеры применения имитационного моделирования включают создание моделей для анализа трафика на дорогах, оптимизации производственных процессов, прогнозирования цен на финансовых рынках, моделирования экосистем.

Ключевые слова: цифровое предприятие, Индустрия 4.0, имитационное моделирование бизнес-процессов, цифровые двойники процессов ресурсного обеспечения, киберфизическая система

Abstract. The paper considers the main approaches to simulation modeling of processes within the framework of the Industry 4.0 concept. It is emphasized that the basis of successful digitalization is the identification of the necessary measuring information about the technical and socio-economic subsystems of the cyber-physical system. A digital enterprise as a cyber-physical system should be implemented on a single digital platform that integrates technologies for simulating digital twins of technical and socio-economic subsystems. The introduction of the ideas of information management will ensure the consolidation of the information resources of the enterprise and provide the necessary cognitive ability to make managerial decisions. The author substantiates the use of mathematical models, which describe the properties and parameters of the system or process, as well as on conducting computer experiments with these models. The article shows that simulation modeling can be used to analyze and optimize various systems and processes, including manufacturing, transportation, financial, environmental and others. It is important to point out that the result of the presented research proves the ability to predict the behavior of the system under different conditions, determine its vulnerability and find optimal solutions for its improvement. Examples of simulation applications include creating models for analyzing traffic on roads, optimizing production processes, forecasting prices on financial markets, and modeling ecosystems.

Keywords: digital enterprise, Industry 4.0, business process simulation, digital twins of resource provision processes, cyber-physical system

Введение

Современные тренды управления предприятием согласуются с движением общества к цифровизации, цифровым трансформациям предприятия. Особую сложность представляют проекты внедрения технологий управления многомерными данными, внедрения технологий визуализации управления данными, проекты организации сквозной интеграции данных, проекты построения цифровых образов процессов, проектов, объектов, внедрения технологий искусственного интеллекта. Цифровые технологии управления данными используются для эффективного управления принятием решений о деятельности предприятия. Разработка систем поддержки и принятия решений на базе ВІ-технологий, технологий искусственного интеллекта связана с мониторингом и управлением данными о бизнес-процессах предприятия. Требуется непрерывно улучшать существующие бизнес-процессы, проводить вовремя их оптимизацию. Технологии моделирования бизнес-процессов позволяют организовать движение от бизнес-

процессов «как есть» к бизнес-процессам «как надо». Движение к оптимизации невозможно без инновационности предлагаемых проектов управления процессами. Инновационность проекта связана с получением качественно нового способа управления принятием решений. Принятие решений реализуется с использованием аналитических платформ, ИТ-сервисов, семантических слоев корпоративных информационных систем предприятия. Управленческий контент формируется в едином информационном пространстве инфокоммуникационной инфраструктуры предприятия в условиях принципов Индустрии 4.0. Управленческий контент должен содержать сведения об архитектуре предприятия, о модели условий трансформации бизнес-процессов, о критериях принятия управленческих решений, о показателях бизнес-процессов и т. д. [1].

В концепции Индустрия 4.0 современное предприятие рассматривают как киберфизическую систему (Cyber-Physical System – CPS) – систему, «состоящую из различных природных объектов, искусственных подсистем и

управляющих контроллеров, позволяющих представить такое образование как единое целое. В CPS обеспечивается тесная связь и координация между вычислительными и физическими ресурсами» [2, 3].

Методы исследования

Кибернетический подход к моделированию процессов управления сложными динамическими объектами предполагает максимально полное знание входной и выходной информации о бизнес-процессах. Объект исследования зачастую представляется как «серый» или «черный ящик». Отсутствуют сведения о математических моделях описания деятельности отдельных подразделений, моделях управления ресурсным обеспечением предприятия. При отсутствии сведений о функциональных преобразованиях используется метод имитационного моделирования процессов. Объектами исследования при управлении цифровым предприятием как киберфизической системой являются техническая и социально-экономическая подсистемы. Для управления цифровым предприятием необходимо располагать как моделями управления процессами в технической подсистеме, так и моделями управления социально-экономической подсистемой. Необходимо организовать параллельный инжиниринг ресурсов предприятия для процессного управления. Предварительным этапом имитационного моделирования процессов является аудит всех бизнес-процессов предприятия. Например, для организации цифровизации при ресурсном управлении требуется провести необходимую информатизацию и автоматизацию бизнес-процессов. Как только возникают задачи информатизации, возникают и задачи имитационного моделирования процессов [4].

При введении термина «моделирование» в научные исследования ранее руководствовались необходимостью описывать физические объекты, физические явления. Моделирование представляло собой решение сложных нелинейных задач математической физики либо с помощью итерационных схем, либо на основе использования метода Монте-Карло. Существует множество толкований основных определений таких понятий, как имитацион-

ная модель, компоненты и параметры модели, функциональные зависимости, ограничения, целевые функции моделирования. В дальнейшем мы будем пользоваться определениями, приведенными Р. Шенноном.

Имитационное моделирование можно рассматривать как элемент системного анализа, т. к. невозможно описать систему, не описав ее составляющие – части. Описание без заранее известных функциональных преобразований «вход-выход» возможно только на базе имитационного моделирования. Концепция общей теории систем и системного анализа впервые была сформулирована в 1950-е гг. Л. Берталанфи, а необходимость моделирования реальных объектов неоднократно подчеркивал Н. Винер при описании кибернетического подхода в управлении. Введенный термин «функциональные действия» при описании поведения объекта исследования трактовался как переход процесса от одного транзакта-события к другому.

Параметрами являются величины, которые исследователь может выбирать произвольно, в отличие от переменных модели, которые могут принимать только значения, определяемые видом данной функции. В модели системы будем различать переменные двух видов – экзогенные и эндогенные. Экзогенные переменные называются также входными. Это означает, что они порождаются вне системы или являются результатом взаимодействия внешних причин. Эндогенными переменными называются переменные, возникающие в системе в результате воздействия внутренних причин. В тех случаях, когда эндогенные переменные характеризуют состояние или условие, имеющее место в системе, назовем их переменными состояния. Когда же необходимо описать входы и выходы системы, мы имеем дело с входными и выходными переменными. Экзогенные переменные называются также входными. Это означает, что они порождаются вне системы или являются результатом взаимодействия внешних причин. Эндогенными переменными называются переменные, возникающие в системе в результате воздействия внутренних причин. В тех случаях, когда эндогенные переменные характеризуют состояние или условие, имеющее место в системе, назовем их переменными состояния.

Когда же необходимо описать входы и выходы системы, мы имеем дело с входными и выходными переменными. Ограничения представляют собой устанавливаемые пределы изменения значений переменных или ограничивающие условия их изменений. Они могут вводиться либо разработчиком, либо устанавливаться самой системой вследствие присущих ей свойств.

Целевая функция (функция критерия) представляет собой точное отображение целей или задач системы и необходимых правил оценки их выполнения. Выражение для целевой функции должно быть однозначным определением целей и задач, с которыми должны соизмеряться принимаемые решения.

В [4] приведена одна из классификаций видов моделирования:

- концептуальное;
- физическое;
- структурно-функциональное;
- математическое;
- имитационное;
- компьютерное.

Так, концептуальное моделирование позволяет, например, описать модель предприятия в виде некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественного или искусственного языка. Использование концептуального моделирования можно связать с формализацией бизнес-модели предприятия.

Физическое моделирование позволяет описать модель и моделируемый объект на базе соотношения подобия между процессами в объекте-оригинале и в модели, вытекающими из схожести физических явлений. Так, например, моделируются статические функции преобразования для тензометрических и термометрических датчиков. Физическое моделирование применяется для описания процессов управления техническими подсистемами предприятия.

В структурно-функциональном моделировании моделями являются схемы (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования.

В математическом (логико-математическом) моделировании построение моделей осуществляется средствами математики и логики.

В имитационном моделировании логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера.

С компьютерным моделированием связывают методы решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели.

Приведенная классификация весьма условна, так как во всех случаях требуется использовать инструментальные средства для описания и управления информацией об объекте.

Существуют различные способы организации квазипараллелизма в бизнес-системах [4, 5]:

- с использованием транзактно-событийного способа;
- с использованием активностей, агрегатов, систем расписания;
- с использованием агентного моделирования.

Так, для транзактно-событийного способа имитационного моделирования характерно описание бизнес-процессов по шагам преобразования входной информации в выходную. С каждым транзактом-событием связываются моменты времени «обслуживания» транзакта и промежутки времени между транзактами: выделение наиболее существенных временных характеристик, описывающих события бизнес-процесса; время обслуживания одного события; промежуток времени между обслуживанием предыдущего и последующих событий. Чтобы обеспечить имитацию параллельных событий реальной системы, вводят некоторую глобальную переменную, которую называют модельным (системным) временем. С помощью этой переменной организуется синхронизация всех событий в модели и выполнение алгоритмов компонент модели системы.

При реализации транзактно-событийного подхода используются обычно три представления времени:

- реальное время системы, работа которой имитируется;
- модельное время, по которому организуется синхронизация событий в системе;

– машинное время имитации, отражающее затраты ресурса времени ЭВМ на организацию имитации.

После каждой реализации, обеспечивающей выполнение определенного транзакта бизнес-процесса, выполняется оператор корректировки временной координаты. Существует два способа изменения модельного времени: с помощью фиксированных и переменных интервалов изменения модельного времени. Фиксированное изменение модельного времени реализуется в случае полного совпадения времени наступления однотипных событий бизнес-процессов различных структурных подразделений. Переменный интервал изменения модельного времени характеризуется переменным шагом обслуживания и связывается с адаптивным управлением.

Все подходы к транзактно-событийному моделированию хорошо описываются с использованием теории и методов систем массового обслуживания (СМО). Для формирования структурного анализа необходимо описать возможные состояния (события) бизнес-системы, бизнес-процессов в различные моменты времени для всего времени функционирования.

Для СМО используется понятие «поток событий» как последовательное многократное появление одного и того же события в различные моменты времени. Система массового обслуживания – это система особого вида, функционирование которой заключается в последовательном выполнении некоторых операций по мере поступления в эту систему случайного потока соответствующих воздействий. Эти воздействия называются транзактами, заявками или требованиями.

Транзакция – это процесс, связанный с изменениями в одной или нескольких базах данных, которые не должны выполняться частично. Если в ходе выполнения процесса изменения не могут быть внесены в полном объеме из-за сбоя оборудования или каких-то других причин, то базы данных должны быть возвращены в исходное состояние. Всякое промежуточное состояние баз данных будет противоречивым. Количеством транзакций в единицу времени часто измеряют производительность банковских и других подобных систем.

Таким образом, при имитационном моделировании СМО необходимо:

- отобразить программно структуру сложного объекта и последовательность этапов обслуживания транзактов;
- создать последовательность случайных чисел, имитирующих входные потоки транзактов на обслуживание, времена обслуживания с необходимыми законами распределения;
- реализовать процедуру статистических испытаний;
- организовать продвижение потоков транзактов по модели, имитировать процессы обслуживания заявок;
- провести обработку статистических данных.

К показателям эффективности такого вида моделирования можно отнести:

- среднее время ожидания заявки в очереди;
- среднее время обслуживания одной заявки;
- среднее время пребывания заявки в СМО;
- вероятность отказа заявке в обслуживании без очереди;
- вероятность того, что поступившая заявка немедленно будет принята к обслуживанию;
- закон распределения времени ожидания заявки в очереди;
- закон распределения времени пребывания заявки в СМО;
- среднее число заявок, находящихся в очереди;
- среднее число заявок, находящихся в СМО, и т. п.

В случае организации квазипараллелизма управления бизнес-процессами с использованием так называемых активностей надо сначала оценить целесообразность такого подхода. Его целесообразно применять в тех случаях, когда все функциональные действия компонент реальной бизнес-системы различны, т. е. для выполнения каждого функционального действия требуются свои условия. Примером может явиться имитационное моделирование поведения нескольких подразделений одной и той же корпорации. Так, события и времена наступления для подразделения бухгалтерии не совпадают по функциональным действиям подразделений производств, склада, транс-

портной логистики. Все функциональные действия независимы друг от друга. События связаны с изменением состояния системы и её объектов. События обеспечивают прерывистость процесса. Процесс представляется из набора активностей и пассивностей. Начало каждой активности связано с возникновением события в системе.

Для организации процесса моделирования с использованием активностей необходимо определить:

- что является выходной информацией;
- момент начала и окончания моделирования;
- активности, используемые при моделировании бизнес-процесса;
- измерительную шкалу, в которой измеряется активность;
- людей в корпорации, которые определяют размер активности;
- документы, определяющие величину изменения активности (управление изменениями).

Агрегатное имитационное моделирование применяется в тех случаях, когда можно обеспечить принцип агрегирования. Модель объекта представляется агрегатами (подсистемами), которые пригодны для описания стандартными математическими схемами.

Агентное имитационное моделирование можно связать с описанием поведенческой модели, сценария реализации бизнес-процесса. Агент – отдельно специфицируемая активная подсистема. Агенты действуют независимо друг от друга, могут взаимодействовать с другими агентами и внешней средой, могут изменять свое поведение.

Агент – это некоторая сущность, которая обладает активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, взаимодействовать с окружением и другими агентами, а также изменяться (эволюционировать, адаптироваться). Агентное моделирование не имеет сложившегося набора стандартных функций и процедур для разработки моделей. Для представления модели может быть использован язык UML. Это язык визуального (графического) моделирования, в том числе и объектно-ориентиро-

ванных систем, поддерживает возможность не только моделировать непосредственно самих агентов системы, но и описывать внутренние связи. Язык UML включает в себя ряд четко структурированных типов диаграмм и графических элементов, призванных различными способами представить модель. Модели, построенные при помощи языка UML, имеют высокий уровень абстракции и независимы от языка конкретной реализации объектно-ориентированной модели.

Все подходы к имитационному моделированию используются как предварительная стадия проектов по стратегическому анализу и прогнозу предприятия, анализа и оценки его текущего состояния. Таким образом, формирование управленческого контента в парадигме Индустрия 4.0 невозможно без предварительной стадии информационного моделирования бизнес-системы, бизнес-модели, бизнес-процессов. Формирование управленческого контента позволяет повысить цифровую зрелость решений, перейти от автоматизации и информатизации бизнес-процессов к накоплению корпоративных знаний, предиктивной аналитики. Поддерживающими управленческие решения технологиями являются в том числе и технологии цифровых двойников, искусственного интеллекта.

Технологии цифровых двойников – комплексный подход к созданию информационного многомерного образа процесса, объекта [6, 7].

Стивен Вольфрам в своей книге «Новый вид науки» дал оценку компьютерному эксперименту: «По моему опыту лучший шанс открытия нового явления с помощью компьютерного эксперимента – это организовать эксперимент максимально просто. Обычно намного лучше искать новое в огромном наборе вариантов, чем пытаться уменьшить число вариантов согласно логике и упустить самое интересное» [8].

Эпоха цифровых трансформаций в управлении процессами цифровых предприятий характеризуется использованием в процессе управления цифровых технологий приобретения, извлечения, обработки, интерпретации необходимой измерительной информации. Измерительная информация цифрового пред-

приятия как киберфизической системы должна содержать необходимые сведения для управления технической и социально-экономической подсистемами. Внедрение технологий создания цифровых двойников при управлении киберфизическими системами позволит гибко управлять процессами принятия решений. К технологиям создания цифровых двойников процессов можно с уверенностью отнести приемы описания измерительной экономической информации, приведенные в [4, 5]. Так, например, цифровизация социально-экономической информации заключается в применении цифровых технологий для выявления объектов, свойств, множества значений, взаимосвязей при информационном моделировании бизнес-процессов. В обучающем онлайн-курсе «Практика цифровых трансформаций» [5] представлена методика цифровизации для различных бизнес-процессов цифрового предприятия: финансовых, социальных, информационных, логистических, производственных, денежных и т. д. Эти методики используют инструментальные средства описания бизнес-процессов от инфологической модели до датологической и инструментальные средства имитационного моделирования. Цифровые технологии имитационного моделирования (агентного, транзактно-событийного, агрегатного и т. д.) позволяют создавать цифровых двойников предприятия. Все эти задачи решаются в концепции информационного менеджмента процессов в рамках Индустрии 4.0.

Информационный менеджмент представляется как совокупность действий по информатизации управления информационными системами, информационными ресурсами и инфокоммуникационной инфраструктурой предприятия. Имитационное моделирование бизнес-процессов позволяет организовать базы знаний информационных ресурсов предприятия. Цель информационного менеджмента – информационная поддержка выработки управленческих решений. Измерительная информация представляется совокупностью сведений о бизнес-процессах предприятия: их свойствах, значениях свойств, взаимосвязях.

Управленческое решение – необходимый состав корпоративных знаний для оценки

эффективности деятельности предприятия. Предлагается представлять управленческое решение как взаимосвязанную совокупность показателей эффективности управления информационными ресурсами, информационными системами и инфокоммуникационной инфраструктуры [1].

Результаты и дискуссия

Архитектура цифрового предприятия представляется как многомерная процессно-ориентированная модель, реализованная на базе стандарта ISO/IEC/IEEE 4210 на базе согласования интересов стейкхолдеров, интегрированная в инфокоммуникационную инфраструктуру информационной системы предприятия.

Перечислим основные цифровые технологии и инструменты информационного менеджмента инфокоммуникационной инфраструктуры социально-экономической подсистемы, позволяющие внедрять технологии цифровых двойников и искусственного интеллекта [1]:

- ERP (Enterprise Resource Planning) – корпоративная информационная система (КИС) управления ресурсами предприятия;
- MES (Manufacturing Execution Systems) – производственная система;
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – система автоматизации управления данными о предметной области;
- PLM (Product Life-cycle Management) – прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции, интегрированное в определенную ИТ-инфраструктуру, технологическую платформу;
- CAD (Computer Aided Design) – системы конструкторского проектирования, технологии автоматизации производства при проектировании технических устройств программно-аппаратной части КИС;
- CAE (Computer Aided Engineering) – технологии расчетов и инженерного анализа;
- CAM (Computer Aided Manufacturing) – системы технологической подготовки производства;
- PDM (Product Data Management) – системы управления проектными данными;
- BPM (Business Performance Management) – это новая категория продуктов, позволяющая

использовать знакомые корпорации приложения (системы контроллинга, финансового анализа, логистику и т. д.), сопровождаемые ключевыми показателями эффективности (KPI);

– Technologies of business processes modeling (технологии бизнес-моделирования) как инструменты получения экономических измерений в контуре КИС: SADT, UML, DFD, CASE, PAD и поддерживающие их информационные технологии ARIS, ARENA, Rational Rose и т. д.;

– Technologies knowledge storage and interpretator acquisition – технологии хранения и управления знаниями;

– GRID, SMART, CLOUD, DW – хранилище данных (HANA – передовая технология хранения и управления данными фирмы SAP);

– SMART (Specific Measurable Attainable Relevant Time-Bound) – инструмент для постановки целей.

Имитационное моделирование бизнес-процессов цифрового предприятия позволяет сформировать цифровой двойник предприятия.

Цифровое предприятие (Digital Enterprise) – организация, которая использует информаци-

онные технологии в качестве конкурентного преимущества во всех сферах своей деятельности: производстве, бизнес-процессах, маркетинге и взаимодействии с клиентами [7–10]. В [10] приведены примеры внедрения технологий цифровых двойников и определения для технологий цифровых двойников, которые связывают такие технологии с передовыми на границе материального и цифрового миров.

На рисунке приведены основные определения цифровых двойников.

Примером успешного инструментального средства для агентного, транзактно-дискретно-событийного методов, методов системной динамики для имитационного моделирования являются продукты компании AnyLogic [10]. Компания NFP – официальный партнер ведущего международного вендора по имитационному моделированию – AnyLogic Company. Программы вендора представлены двумя основными продуктами: AnyLogic и anylogistix. AnyLogistix – программная платформа для проектирования, оптимизации и анализа цепи поставок. Совмещает традици-

Различные определения «Цифрового двойника»



В компании используется термин «**виртуальный двойник**».

Это **развитие стратегии системного инжиниринга**, которая позволяет команде разработчиков создавать междисциплинарный продукт, сочетающий механические, электрические, электронные, гидравлические и пр. возможности.



Цифровой двойник – **пересечение четырех областей**: разработка продукта, планирование производства, проектирование фабрики и реальный мир.



Цифровой двойник – **динамичное цифровое представление промышленного объекта**, позволяющие компании лучше понимать и предсказывать свою эффективность, осуществляя поиск новых каналов поступления доходов



В Autodesk - **развитие технологии дополненной реальности** в процессе создания продукта и организации производства.



В PTC термин «**цифровой двойник**» используется для **точной цифровой копии уже созданного продукта**.

Источник: ИЦ СПбГУ по материалам: Dassault, Siemens PLM, Autodesk, General Electric, <http://www.digitaleng.news/06/digital-twins-land-a-role-in-product-design/>

Определения цифровых двойников
Definitions of digital doubles

онные аналитические методы оптимизации и инновационные технологии имитационного моделирования, позволяя комплексно анализировать цепь поставок [10].

Использование имитационного моделирования позволяет более точно управлять рисками в цепи поставок и добавлять в проект сложные объекты, такие как склады с детализацией до каждого сотрудника и каждой единицы техники, тестировать любые изменения в цепи. Цифровой двойник – это виртуальный аналог реального объекта, основанный на применении интернета вещей. Цифровой двойник создается для зданий, сооружений, производств и предприятий сельского хозяйства. Цифровой двойник (Digital Twin) – это виртуальная интерактивная копия реального физического объекта или процесса, которая помогает эффективно управлять им, оптимизируя бизнес-операции [7]. Некоторые эксперты выделяют три типа двойников: цифровые двойники-прототипы (Digital Twin Prototype – DTP), цифровые

двойники-экземпляры (Digital Twin Instance – DTI) и агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate – DTA) [7].

Заключение

Приведены основные подходы к имитационному моделированию процессов в рамках концепции Индустрия 4.0. Подчеркивается, что основой успешной цифровизации является выявление необходимой измерительной информации о технической и социально-экономической подсистемах киберфизической системы. Цифровое предприятие как киберфизическая система должно быть реализовано на единой цифровой платформе [11–14], интегрирующей технологии имитации цифровых двойников технической и социально-экономической подсистем [15, 16]. Внедрение идей информационного менеджмента позволит обеспечить консолидацию информационных ресурсов предприятия и обеспечить необходимую когнитивность принятия управленческих решений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Теоретическая инноватика / под ред. И. А. Брусаковой. М.: Юрайт, 2019. 333 с.
2. Gerhard Oswald, Helmut Krcmar (Hrsg.) Digitale Transformation. Springer. Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet. URL: <http://dnb.d-nb.de> abrufbar (дата обращения: 06.06.2022).
3. Nikolaos S. Voros, Christos P. Antonopoulos Editors Cyberphysical Systems for Epilepsy and Related Brain Disorders Multi-parametric Monitoring and Analysis for Diagnosis and Optimal Disease Management. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2015.
4. Брусакова И. А. Имитационное моделирование экономических процессов. СПб.: СПбГЭУ, 2021. 330 с.
5. Практики цифровой трансформации. URL: <https://ru.coursera.org/learn/pracdig> (дата обращения: 06.06.2022).
6. Питер Вайль, Ворнер С. Цифровая трансформация бизнеса. Изменение бизнес-модели для организации нового поколения. М.: Альпина Паблишер, 2019. 258 с.
7. Digital Twin of organization, DTO. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 06.06.2022).
8. Стивен Вольфрам. Новый вид науки – A New Kind of Science. URL: <https://www.wolframscience.com/nks/>
9. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. URL: <https://digitalatom.ru/digital-twin-book> (дата обращения: 06.06.2022).
10. AnyLogic программный продукт. URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения: 06.06.2022).

11. Стельмашонок Е. В., Стельмашонок В. Л. Методические аспекты моделирования системы защиты информации в организации // Петербургский экономический журн. 2019. № 2. С. 64–70
12. Ворона А. А., Кузминых Ю. В. Практика применения цифровой торговой платформы как основа развития внешнеторговой деятельности // Петербургский экономический журн. 2020. № 3. С. 48–55.
13. Афонькин А. Ю., Ноздрин Н. А. Перспективы развития технологии блокчейн в ближайшем будущем // Научные тенденции: вопр. точных и технических наук: сб. науч. тр. по материалам XVI Междунар. науч. конф. 2018. С. 20–21.
14. Денисова Н. А., Наливайко Ю. А. Использование технологии блокчейн для повышения уровня безопасности центра электронного декларирования и КПС «Портал морской порт» на примере морских портов СЗТУ // Бюллетень инновационных технологий. 2019. Т. 3, № 2 (10). С. 11–14.
15. Okrepilov V., Kuzmina S., Kuznetsov S. Tools of Quality economics: sustainable development of a 'smart city' under conditions of digital transformations of the economy International Scientific Conference 'Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service' IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering 497 (2019) 012134 IOP Publishing. DOI: 10.1088/1757-899X/497/1/012134 IOP. Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 497 012134. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012134>
16. Okrepilov V. V., Ivanova G. N., Chudinovskikh I. V. Цифровая экономика: проблемы и перспективы // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2018. № 3–4 (56–57). С. 4–6.

References

1. Theoretical innovation. Ed. I. A. Brusakova. M., Publishing house Yurayt, 2019, 333 p.
2. Gerhard Oswald Helmut Krcmar (Hrsg.) Digitale Transformation. Springer. Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publication in der Deutsche Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet. URL: <http://dnb.d-nb.de> abrufbar (accessed: 06.06.2022).
3. Nikolaos S. Voros, Christos P. Antonopoulos Editors Cyberphysical Systems for Epilepsy and Related Brain Disorders Multi-parametric Monitoring and Analysis for Diagnosis and Optimal Disease Management. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, Springer, 2015.
4. Brusakova I. A. Simulation modeling of economic processes. St Petersburg, SPbGEU, 2021, 330 p.
5. Digital Transformation Practices. URL: <https://ru.coursera.org/learn/pracdig> (accessed: 06.06.2022).
6. Peter Weil, Warner S. Digital business transformation. Changing the business model for a new generation organization. M., Alpina Publisher, 2019, 258 p.
7. Digital Twin of organization, DTO. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php> (accessed: 06.06.2022).
8. Stephen Wolfram. A New Kind of Science. URL: <https://www.wolframscience.com/nks/> (accessed: 06.06.2022)
9. Prohorov A., Lysachov M. Digital Twin. URL: <https://digitalatom.ru/digital-twin-book> (accessed: 06.06.2022).
10. AnyLogic software tool. URL: <https://www.anylogic.ru/> (accessed: 06.06.2022).
11. Stel'mashonok E. V., Stel'mashonok V. L. Methodological aspects of modeling the information security system in an organization. Peterburgskij ekonomicheskij zhurnal. 2019, no. 2, pp. 64–70.

12. Vorona A. A., Kuzminykh Yu. V. The practice of using a digital trading platform as a basis for the development of foreign trade activities. *Peterburgskij ekonomicheskij zhurnal*. 2020, no. 3, pp. 48–55.
13. Afon'kin A. Yu., Nozdrina N. A. Prospects for the development of blockchain technology in the near future. *Scientific trends: Issues of exact and technical sciences: a collection of scientific papers based on the materials of the XVI International Scientific Conference*. 2018, pp. 20–21.
14. Denisova N. A., Nalivajko Yu. A. The use of blockchain technology to increase the security level of the electronic declaration center and the KPS «Seaport Portal» on the example of the seaports of NWTU. *Bulletin of Innovative technologies*. 2019, vol. 3, no. 2 (10), pp. 11–14.
15. Okrepilov V., Kuzmina S., Kuznetsov S. Tools of Quality economics: sustainable development of a 'smart city' under conditions of digital transformations of the economy International Scientific Conference 'Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service' IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 497 (2019) 012134 IOP Publishing. DOI: 10.1088/1757-899X/497/1/012134 IOP. Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 497 012134. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012134>
16. Okrepilov V. V., Ivanova G. N., Chudinovskikh I. V. Digital economy: problems and prospects. *Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya*. 2018, no. 3–4 (56–57), pp. 4–6.

Статья поступила в редакцию 18.02.2023 г., принята к публикации после рецензирования 27.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 18.02.2023, accepted for publication after reviewing on 27.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 62–73
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 62–73

Научная статья
УДК 339.97

ГОСУДАРСТВО КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ПЕРЕХОДА К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

THE STATE AS A KEY FACTOR IN THE TRANSITION TO A CLOSED CYCLE ECONOMY: FOREIGN EXPERIENCE

Кристина Игоревна КАНУННИКОВА

аспирант, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), преподаватель, Университет ИТМО, kikanunnikova@itmo.ru

Kristina I. KANUNNIKOVA

post-graduate student Saint Petersburg Electrotechnical University, Lecturer University ITMO, kikanunnikova@itmo.ru

Аннотация. Экономика замкнутого цикла – это устойчивая экономическая модель, ориентированная на повторное использование и переработку материалов для сокращения потребления природных ресурсов и предотвращения образования отходов. Данная экономическая модель требует целостного и системного подхода, который охватывает отраслевую политику национального хозяйства. Отходы одной отрасли могут выступать сырьем для другой, при этом реализуется принцип взаимодополняемости. Разнообразие участников, секторов и единство целей делают экономику замкнутого цикла системной по своей природе. Системный подход к функционированию экономики должен строиться на основе принятой государством концепции. В данной статье выявлены страны-лидеры, осуществляющие переход к экономике замкнутого цикла; рассмотрены предпринятые меры, направленные на переход к новой экономической модели; отражены российские инициативы по переходу к циркулярной экономике; сделан вывод о важности роли государства в формировании комплекса мер, необходимых для перехода к циркулярной экономике; сформирован перечень шагов, которые должны быть реализованы на государственном уровне с целью дальнейшего перехода на новую модель.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, государство, Россия, Европейский союз, экология, переработка отходов

Abstract. The circular economy is a sustainable economic model focused on the reuse and recycling of materials to reduce the consumption of natural resources and prevent waste. This economic model requires a holistic and systematic approach that covers the sectoral policy of the national economy. Waste from one industry

can act as a raw material for another, while the principle of complementarity is implemented. Diversity of actors, sectors and unity of purpose makes the circular economy systemic in nature. A systematic approach to the functioning of the economy should be based on the concept adopted by the state. This article identifies the leading countries making the transition to a circular economy; considered the measures taken aimed at the transition to a new economic model; reflects Russian initiatives for the transition to a circular economy; the conclusion is made about the importance of the role of the state in the formation of a set of measures necessary for the transition to a circular economy; a list of steps has been formed that should be implemented at the state level in order to further transition to a new model.

Keywords: *circular economy, state, Russia, European Union, ecology, recycling*

Введение

Экономика замкнутого цикла – это процесс производства продукции для повторного использования путем переработки существующих материалов. Он основан на трех принципах: устранения загрязнения, циркуляции материалов и восстановления окружающей среды. Преимущества здесь очевидны: количество отходов снижается до минимума, когда срок службы продукта подходит к концу, он направляется в переработку для повторного использования, что создает дополнительную стоимость. Экономика замкнутого цикла обеспечивает максимальные экономические и социальные выгоды, обеспечивая минимальное и возмещаемое потребление ресурсов.

За последние годы Россия предприняла значительные шаги в деле реформирования отрасли в обращении с отходами. Позиция Правительства РФ очевидна: в своем ежегодном Послании Федеральному Собранию на 2023 г. Президент РФ В. В. Путин затронул тему экологии и сделал акцент на необходимости наращивания мощностей по переработке и сортировке отходов для скорейшего перехода к экономике замкнутого цикла [1].

Национальные и наднациональные стратегии оказывают важное влияние на развитие экономики замкнутого цикла в регионах и городах. Многие страны мира разрабатывают целевые программы в пользу перехода к экономике замкнутого цикла, чтобы ускорить переход к устойчивому развитию и выполнить задачи глобальной повестки дня в области устойчивого развития к 2030 г. Странам необ-

ходимо применять инновационные стратегии для внедрения цикличности в региональном и городском масштабе [3–6].

Таким образом, тема статьи является актуальной и требует дополнительных исследований, чтобы определить, каким образом государство может наилучшим образом использовать свою роль в переходе к экономике замкнутого цикла.

Исследование роли государства с точки зрения перехода на экономику замкнутого цикла представляет собой сложную задачу, поскольку включает в себя множество факторов и аспектов. Некоторые из проблем, которые могут возникнуть при исследовании данной темы, включают в себя:

- разнообразие и различие подходов и моделей к формированию экономики замкнутого цикла;
- сложность измерения результатов перехода на экономику замкнутого цикла;
- политические и экономические факторы (недостаток финансирования, малая поддержка со стороны государства и т. д.).

Теоретическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных авторов, таких как: J. Kirchherr, D. Reike, M. Hekkert, J. Korhonen, W. R. Stahel, A. Honkasalo, M. Henrysson, С. Н. Бобылев, Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер, А. А. Аузан, С. В. Ратнер, Н. А. Ломагин, Н. В. Зубаревич, М. А. Ветрова и др.

Цель исследования заключается в определении роли государства в аспекте перехода на экономику замкнутого цикла, а также формировании конкретных шагов (исходя из

опыта европейских стран), реализуемых на государственном уровне по переходу на новую экономическую модель для России.

Роль государства в формировании стратегии

Государство играет главную роль в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла. В табл. 1 представлены инструменты, с помощью которых формируется национальная стратегия перехода к циркулярной экономике.

На сегодняшний день использование инструментов регулирования занимает центральное место в разработке государственной политики экономики замкнутого цикла, особенно в отношении утилизации отходов и сокращения загрязнения окружающей среды. Например, многие страны и юрисдикции по всему миру ввели запреты на размещение различных видов отходов на свалках, требуя вместо этого альтернативную утилизацию, обработку или повторное использование материалов. Ряд стран также ввели прямые запреты на производство, продажу и использование определенных видов продуктов или материалов, преимущественно одноразовых пластиковых пакетов и одноразовой посуды, с целью предотвращения загрязнения природной среды, так как пластик является одним из самых распространенных и опасных видов отходов.

Финансовые инструменты широко используются, когда речь идет о продлении жизненного цикла ресурсов в экономике, с упором на утилизацию отходов и загрязнение

окружающей среды. В последние годы в ЕС и других странах, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития, широкое распространение получили налоги на захоронение отходов, стимулирующие перенаправление потоков отходов, часто в сочетании с запретом на захоронение отходов.

Зеленые государственные закупки являются важным политическим рычагом для достижения целей экологической политики. Они рекомендуются как эффективная мера с целью обеспечения рынка товаров и услуг с высокими экологическими характеристиками.

Схемы поддержки инноваций и платформы сотрудничества для экономики замкнутого цикла создаются и распространяются национальными и региональными правительствами во многих странах. Но стоит отметить, что отследить предоставляемую поддержку инноваций для улучшения циркулярности достаточно сложно, поскольку влияние такой деятельности часто не измеряется.

Экономика замкнутого цикла предполагает, что производство товаров и услуг происходит внутри страны, а экспорт и импорт минимальны. В такой экономике государство играет важную роль в формировании, поддержке и развитии производства. В частности, можно выделить следующие аспекты.

1. Регулирование внешней торговли. Государство может ограничивать импорт товаров, чтобы стимулировать внутреннее производство и потребление отечественной продукции. А так-

Табл. 1. Инструменты государственной политики, предназначенные для реализации мер по переходу на экономику замкнутого цикла

Tab. 1. Public policy instruments designed to implement measures for the transition to a circular economy

Инструмент	Пример
Нормативно-правовая база	Стратегии и цели по эффективности и (или) производительности ресурсов; правила продукта (например, требования к материалам, гарантии на продукт); регулирование отходов (например, запреты на захоронение отходов, требования по переработке, расширенная ответственность производителя)
Финансы	Налоги на использование материалов, налоги и сборы за отходы и (или) захоронение отходов, субсидии или налоговые льготы для ресурсоэффективных или круговых продуктов или видов деятельности
Коммуникации и просвещение	Коммуникационные и информационные кампании, требования или ресурсы, ориентированные на предприятия или общественность
Государственные закупки и инфраструктура	Включение элементов ресурсоэффективности в критерии государственных закупок, инвестиции в благоприятную инфраструктуру

же оно может устанавливать контроль над объемами импорта и экспорта, чтобы страна не была зависима от внешних поставщиков и рынков.

2. Развитие национальной инфраструктуры. Чтобы стимулировать внутреннее производство, государство должно инвестировать в развитие национальной инфраструктуры, такой как транспорт, связь, электроэнергетика и т. д.

3. Поддержка малых и средних предприятий. Для развития отечественного производства государство должно обеспечивать малым и средним предприятиям доступ к кредитам, льготам, грантам и т. д.

4. Продвижение промышленной политики. Государство должно сформировать меры поддержки для отечественных производителей и предоставить им возможность конкурировать с импортом, например за счет льгот, облегчающих доступ к рынкам продаж.

5. Общее регулирование. Государство должно эффективно регулировать экономический рынок, в том числе сокращать неравенства между регионами и отраслями, а также стимулировать диверсификацию экономики.

Таким образом, государство может выполнять важную роль в формировании экономики замкнутого цикла, вводя различные меры, чтобы стимулировать производство, развитие и рост отечественного производства и экономики в целом. Для этого оно должно играть ключевую роль в переходе к экономике замкнутого цикла путем проведения целого ряда мер и мероприятий.

Зарубежный опыт перехода к экономике замкнутого цикла

Начиная с 2012 г. и по настоящее время на территории ряда стран были утверждены различные документы, касающиеся внедрения стратегии перехода к экономике замкнутого цикла. Государственные инициативы разных стран для внедрения циркулярной экономики представлены в табл. 2 [2].

Можно выделить два основных подхода, направленных на переход к новой экономической модели, которые используют различные страны:

1) принятие единого централизованного документа, регламентирующего действия, которые должны быть предприняты в области

циркулярной экономики. Данный подход находит свое отражение в государственной политике таких стран, как Китай, Япония, страны Европейского союза и Австралия;

2) децентрализованный, основанный на реализации инициатив и программ на уровне различных административно-территориальных единиц. Такой подход характерен для США и Канады.

Еще в 2015 г. Европейская комиссия утвердила тридцатипятилетний план действий по ускорению перехода Европы к экономике замкнутого цикла. Его основная цель заключается в стимулировании перехода к экономике замкнутого цикла, усилении глобальной конкуренции, обеспечении устойчивого экономического роста и создании новых рабочих мест. План включает более пятидесяти мер по «закрытию цикла» жизненного цикла продукта: от производства и потребления до утилизации отходов. В 2018 г. Европейская комиссия опубликовала небольшой пакет мер, связанных с экономикой замкнутого цикла. Он включал в себя «Пластиковую стратегию», которая направлена на изменение принципов разработки, производства, использования и возврата в обращение пластика и пластиковой продукции. Предполагается, что к 2030 г. на территории ЕС вся пластиковая упаковка будет перерабатываемой и подходящей для повторного использования [7]. В декабре 2019 г. был представлен «Европейский зеленый курс» – дорожная карта трансформации европейской экономики в современную, ресурсоэффективную и конкурентоспособную. В рамках «Зеленой сделки» в 2020 г. был утвержден новый «План действий по развитию экономики замкнутого цикла», в котором предусмотрены меры для предприятий, органов государственной власти и потребителей по переходу на устойчивую модель [7]. Основное внимание уделяется проектированию и производству с целью обеспечения того, чтобы ресурсы оставались в экономике как можно дольше.

Так как страны ЕС являются флагманами во внедрении элементов циклической экономики в свою экономическую модель, то целесообразно рассмотреть именно их опыт. Далее рассмотрены те Европейские страны, которые

Табл. 2. Государственные инициативы по экономике замкнутого цикла
 Tab. 2. Government Initiatives on the Circular Economy

Страна	Год	Инициатива
Германия	2012	Программа эффективных ресурсов Германии (вторая программа – 2016 г., третья программа – 2020 г.)
Китайская Народная Республика	2013	Стратегия развития и национальный план действий по циклической экономике КНР (План развития циклической экономики в рамках 14-го пятилетнего плана – 2021 г.)
Европейский Союз (ЕС)	2015	План действий циклической экономики ЕС (Второй план – 2020 г.)
Финляндия	2016	Дорожная карта циклической экономики Финляндии до 2025 г.
Нидерланды		Циклическая экономика Нидерландов до 2050 г.
Таиланд		План действий по нулевым отходам Таиланда на 2016–2017 гг.
Италия	2017	К циклической экономике – модель для Италии
Португалия		План действий по циклической экономике Португалии 2017–2020 гг.
Республика Корея		План циркуляции ресурсов до 2027 г. Республики Корея
Греция	2018	Переход к циклической модели экономики для устойчивого производства и потребления Греции
Дания		Стратегия циклической экономики
Канада		Стратегия нулевых пластиковых отходов и План действий по нулевым пластиковым отходам
Люксембург		Национальный план по управлению отходами и ресурсами
Словения		Дорожная карта по переходу к циклической экономике
Франция		Дорожная карта циклической экономики Франции
Сингапур	2019	Мастер-план Сингапура по нулевым отходам
Польша		Дорожная карта Польши: трансформация в направлении циклической экономики
Швеция	2020	Национальная стратегия циклической экономики Швеции
Испания		Циклическая Испания 2030: стратегия циклической экономики
ОАЭ	2021	Политика по циклической экономике ОАЭ
Ирландия		Стратегия циклической экономики Ирландии
Норвегия		Стратегия Норвегии по развитию «зелёной» циклической экономики
Российская Федерация	2022	Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла РФ на 2022–2030 гг.»

на сегодняшний день реализовали большее количество мер по сравнению с другими странами содружества.

Нидерланды – одна из ведущих стран в экономике замкнутого цикла. У правительства Нидерландов разработан амбициозный проект, направленный на то, чтобы к 2050 г. стать страной, на 100 % основанной на экономике замкнутого цикла [8]. В рамках этого плана в 2018 г. они утвердили ряд программ перехода, ориентированных на пять секторов, включая строительный сектор, на долю которого приходится 50 % потребления сырья в стране. В 2019 г. эти действия были преобразованы в набор конкретных проектов, которые должны

быть реализованы в период с 2019 по 2023 гг. Предлагаемые проекты включают в себя то, что все правительственные здания, построенные с тех пор, должны быть с нулевым уровнем выбросов и что в строительстве должно быть использовано как можно больше переработанных материалов и ресурсов. Ожидается, что к 2030 г. использование ресурсов сократится на 50 %, а к 2050 г. ожидается 100 % безотходная экономика замкнутого цикла. Хотя экономика замкнутого цикла получает все большее распространение в Нидерландах, ее реализация на национальном уровне не так высока, как должна была бы быть. На местном уровне достигнут большой прогресс в области устойчивой энергетики.

Франция. В стране уже действует соответствующее законодательство и определена четкая позиция по экономике замкнутого цикла и экологических инновациях [9]. Несколько проектов, таких как дорожная карта для экономики замкнутого цикла (2018) или закон «Об энергетическом переходе для зеленого роста» (2015), способствовали созданию социальной экономики замкнутого цикла, основанной на солидарности. В 2020 г. в стране был принят закон «О борьбе с отходами» с целью устранения мусора и загрязнений, а также преобразования системы производства, распределения и потребления в циклическую экономическую модель из линейной экономической модели. Одной из целей, содержащихся в законе, является полный поэтапный отказ от одноразовой пластиковой упаковки к 2040 г.

Италия. Согласно отчету Circular Economy Network 2020 Report, подготовленному Итальянским фондом устойчивого развития совместно с Национальным консорциумом по сбору, переработке и восстановлению пластиковой упаковки (COREPLA), Италия занимает одну из лидирующих позиций в Европе по переходу к экономике замкнутого цикла [10]. Закон о бюджете на 2020 г. включает некоторые меры по соблюдению «Зеленого курса», предусматривающие создание государственного инвестиционного фонда для продвижения инновационных проектов в области устойчивого развития, экономики замкнутого цикла, устойчивого туризма, декарбонизации и смягчения последствий изменения климата. Италия также является одной из стран с самым высоким уровнем экологической маркировки EMAS и ЕС. Эксперты констатируют наличие прогресса в реализации утвержденной политики, закреплённой в соответствующих нормативно-правовых актах. Однако необходимо внедрять более масштабные и «болезненные» структурные изменения, которые будут способствовать переходу к «зеленой» экономике и эффективному использованию ресурсов.

Германия. Страна является явным лидером в области обращения с отходами, но ей еще предстоит пройти долгий путь, чтобы преобразовать свою экономику в циклическую систему производства и потребления [11].

Существует ряд разработанных документов, способствующих переходу к циркулярной экономике: Стратегия устойчивого развития, Программа эффективного использования ресурсов и Национальная программа устойчивого потребления.

Люксембург. Приоритеты Люксембурга включают экологические инновации и экономику замкнутого цикла. Органы государственного управления реализуют множество мер для достижения целей в этих областях. В рамках «Третьей промышленной революции» экономика замкнутого цикла понимается как горизонтальная ось внутри шести основных секторов: продовольствия, промышленности, строительства, энергетики, транспорта и финансов [12].

Бельгия. В Бельгии термин «экономика замкнутого цикла» широко представлен во всех секторах и пользуется значительной поддержкой правительства [13]. Среди наиболее замкнутых секторов строительство выделяется как один из секторов, прилагающих наибольшие усилия с точки зрения экоинноваций. Действия различных участников демонстрируют значительный прогресс, но в будущем все еще требуется дальнейшая реализация государственной политики для полной интеграции экономики замкнутого цикла в стране.

Португалия. В последние годы правительство Португалии приняло множество действий, которые помогли стране перейти к экономике замкнутого цикла, например План Асао по переходу к экономике замкнутого цикла в Португалии на 2017–2020 гг. [14]. В результате данной кампании органы государственного управления и общество в целом повысили свой интерес и осведомленность об управлении ресурсами. Однако необходимо продолжать внедрять инструменты, поддерживающие инновации и экономику замкнутого цикла, устраняя существующие границы и поощряя участие всех секторов.

Испания. В стране наилучшие результаты отмечены в эффективности использования ресурсов. Существуют различные государственные меры, которые способствуют устойчивому развитию, экологическому дизайну, переработке и устойчивому строительству, но обычно встречается множество препят-

ствий, сдерживающих переход к экономике замкнутого цикла. Отсутствие общественной осведомленности, политические ограничения и недостаток государственных и частных инвестиций замедляют переход экономики. Но стоит отметить, что в июне 2020 г. была утверждена Стратегия *Estrategia Española de Economía: España Circular 2030*, которая будет реализована в рамках нескольких трехлетних планов действий, которые закладывают основы для развития устойчивой, обезуглероженной и конкурентоспособной экономики в соответствии с национальной и европейской политикой [15].

Таким образом, рассмотрев европейский опыт, можно наблюдать шаги, которые делают правительства стран ЕС к переходу на экономику замкнутого цикла, но до полного внедрения данной модели еще далеко. Существуют значительные различия между странами и их разным законодательством, а также в осведомленности общества, бизнеса и органов государственного управления.

Исходя из рассмотренного опыта стран ЕС по переходу к экономике замкнутого цикла, можно сформулировать стратегию по переходу к новой экономической модели, которая должна включать в себя следующие мероприятия:

1. Разработка и внедрение новых технологий, позволяющих использовать отходы и отработанные материалы в производственном процессе.

2. Создание инфраструктуры для сбора, переработки и утилизации отходов.

3. Содействие развитию рынка вторичных ресурсов.

4. Повышение осведомленности и обучение населения по вопросам экологии и устойчивого развития.

5. Установление стандартов и нормативов на использование ресурсов и утилизацию отходов.

6. Содействие развитию экономики общего благосостояния, которая ориентирована на удовлетворение потребностей населения, а не на максимизацию прибыли.

7. Сотрудничество с государственными органами и международными организациями для развития экологически устойчивых решений и программ.

В результате применения данной стратегии будет достигнута экономическая эффективность, снижение вредного воздействия на окружающую среду и улучшение качества жизни населения.

Российские инициативы в отношении экономики замкнутого цикла

Принципы экономики замкнутого цикла уже реализуются в России. В Федеральном законе «Об отходах производства и потребления» среди приоритетных направлений государственной политики в обращении с отходами, в первую очередь, указано максимальное использование исходных сырья и материалов, а также предотвращение образования отходов [16]. Развивается механизм расширенной ответственности производителей, приняты информационно-технические справочники наилучших доступных технологий, посвященные обращению с отходами.

Действующее национальное законодательство в первую очередь регулирует систему обращения с отходами. Переход к экономике замкнутого цикла и усовершенствование системы обращения с отходами должны быть взаимосвязанными задачами, а не исключаящими друг друга. Концепция новой экономической модели не может быть полностью реализована в долгосрочной перспективе без изменения модели производства.

Экономика замкнутого цикла – одна из 42 стратегических инициатив Правительства РФ. Также правительством была поставлена задача к 2030 г. использовать 40 % вторичных ресурсов в строительстве, 50 % в сельском хозяйстве и 34 % в промышленности [17]. Данные показатели практически сопоставимы с зарубежными данными, но стоит перенять опыт других стран в деле обращения отходов, например в Швеции доля перерабатываемого мусора составляет 99 %, в Норвегии 80 %, в Нидерландах 93 %, а в Японии 90 % отходов [17].

Переход к модели экономики замкнутого цикла призван решить фундаментальные проблемы, возникающие в сфере обращения с отходами. Комплексная законодательная база для перехода к циркулярной модели развития начала формироваться в августе 2021 г., когда Минприроды России предложило Правитель-

ству РФ разработать отдельный закон «О циркулярной экономике». И уже на сегодняшний день федеральный проект «Экономика замкнутого цикла РФ» запущен и его реализация предусмотрена до 2030 г. Организационная структура управления экономикой замкнутого цикла в РФ представлена на рисунке (составлено автором на основе [18]).

Из рисунка можно видеть:

– что высший координирующий орган: Российский экологический оператор, который формирует государственную политику в области экономики замкнутого цикла и разрабатывает модели перехода России к новой экономической модели;

– правительственный уровень: отраслевые министерства, которые утверждают отраслевые стандарты использования «зеленых» материалов, технологий, товаров, предприятий, работа с которыми поощряется различными экономическими инструментами (льготами или штрафами);

– исполнительный уровень: предприятия, технопарки – регулируют вопросы совместного использования различных ресурсов (отходы, вода, электроэнергия и т. п.) на договорном уровне.

Результатами федерального проекта «Экономика замкнутого цикла РФ 2022–2030 гг.» является достижение следующих показателей [18]:

1. Создание правовых и экономических условий для использования вторичного сырья в отраслях экономики.

2. Создание системы мер государственной поддержки бизнеса, повышающих эффективность использования ресурсов, обеспечивающей им приоритетный доступ к государственным закупкам.

3. Проведение информационно-просветительской кампании по продвижению принципов экономики замкнутого цикла.

4. Создание инфраструктуры комплексного управления отходами и вторичными ресурсами.

5. Разработка подходов научно-методического обеспечения перехода к экономике замкнутого цикла.

6. Создание условий для минимизации образования отходов.

Инструменты достижения целей проекта соответствуют международным практикам и рекомендациям по переходу к новой экономической модели, сама концепция циклического развития, на которой базируется федеральный проект «Экономика замкнутого цикла РФ», сводится к минимизации образования и переработки отходов, а также включению вторичного сырья в производство.

Кроме того, в нашей стране до 2024 г. действует национальный проект «Экология», по всей стране создаются современные комплек-



Организационная структура управления Экономикой замкнутого цикла в РФ
Organizational structure of the management of the Circular Economy in the Russian Federation

сы, способные производить и пускать в хозяйственный оборот вторсырье, образующееся из отходов. Все это позволит сократить выбросы парниковых газов от мусорных свалок, уменьшить нагрузку на них, а также обеспечить производителей продукцией переработки. Все это способствует переходу экономики на замкнутый цикл [19–24].

Ключевыми целями национального проекта «Экология» является:

- эффективное обращение с отходами производства и потребления;
- ликвидация свалок (в том числе несанкционированных);
- ликвидация наиболее взрывоопасных заброшенных скважин;
- снижение загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах;
- улучшение качества питьевой воды;
- сохранение биологического разнообразия.

Стоит отметить, что первые «зеленые» облигации были выпущены на российский рынок в рамках национального проекта «Экология». «Зеленые» облигации – это ценные бумаги, предназначенные для финансирования проектов, направленных на улучшение экологической ситуации. Их покупателем стал Российский экологический оператор.

Таким образом, в России государство на своем уровне начинает шаги по переходу, но для дальнейшего эффективного перехода необходимо смотреть зарубежный опыт. Переход на новую экономическую модель – это результат совместных усилий правительства, хозяйствующих субъектов и граждан, а также применение инновационных подходов и изменение отношения к использованию ресурсов.

Заключение

При переходе на экономику замкнутого цикла ключевая роль отводится государству, которое будет задавать нужный эковектор для предприятий и граждан путем принятия соответствующих нормативных документов.

С учетом зарубежного опыта и российской действительности можно определить первоочередные меры, которые должны быть реализованы на государственном уровне для скорейшего перехода России к новой экономической модели:

1. Реализация федерального проекта «Экономика замкнутого цикла РФ». Должны быть сформулированы цели и сроки внедрения принципов экономики замкнутого цикла в различных сферах развития государственного управления, экономики и социальной сферы.

2. Установление показателей по отраслям для перевода экономики в замкнутый цикл, обеспечение контроля за их выполнением.

3. Развитие инфраструктуры для переработки отходов, например строительство современных мусороперерабатывающих заводов.

4. Экологическое образование и просвещение. Необходимо экообразование и информирование населения о проблемах окружающей среды и о том, как они могут внести свой вклад в решение этих проблем, например: проведение кампаний по отдельному сбору отходов или по повышению осведомленности о переработке отходов.

5. Разработка мер государственной поддержки бизнеса и предприятий, повышающих эффективность использования ресурсов. Предоставление финансовой поддержки для компаний, которые переходят на более устойчивые методы и модели производства, например: субсидии для разработки новых технологий или для модернизации производственных линий.

6. Проведение исследований и разработка инновационных технологий для устойчивого использования ресурсов и переработки отходов.

7. Принятие соответствующих нормативно-правовых актов. Введение законодательных мер по поощрению устойчивого использования ресурсов и переработке отходов, например: налогов на выбросы углекислого газа или на использование неэкологичных материалов в производстве (например, различные виды пластика).

8. Обучение персонала. Проведение обучения работников компаний, работающих в системе экономики замкнутого цикла, дополнение методики независимой оценки профессиональных квалификаций.

9. Сотрудничество с другими государствами и международными организациями для разработки общих стандартов и подходов к переходу на экономику замкнутого цикла.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Послание Президента Федеральному собранию // Официальный сайт Президента России. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/70565> (дата обращения: 01.03.2023).
2. Экономика замкнутого цикла // Официальный сайт Министерства экономического развития РФ. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/0ee76e163793a5dfd4f68023e1db3621/271221.pdf> (дата обращения: 15.02.2023).
3. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? / M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. Bocken, E. J. Hultink // J. of Cleaner Production. 2017. Vol. 143. P. 757–768.
4. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions // Resources, Conservation & Recycling. 2017. Vol. 127. P. 221–232.
5. Ратнер С. В. Циркулярная экономика: теоретические основы и практические приложения в области региональной экономики и управления // Инновации. 2018. № 9 (239). С. 29–37.
6. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular economy: the concept and its limitations // Ecological Economics. 2018. Vol. 143. P. 37–46.
7. Report on experiences with the implementation of Circular Economy outside Europe. URL: <https://cicerone-h2020.eu/wp-content/uploads/2020/05/CICERONE-D1.3-Report-on-experiences-with-the-implementation-of-Circular-Economy-outside-of-Europe.pdf> (дата обращения: 06.02.2023).
8. Circular Dutch economy by 2050 // Official website of the Government of the Netherlands. URL: <https://www.government.nl/topics/circular-economy/circular-dutch-economy-by-2050> (дата обращения: 25.01.2023).
9. Circular Economy roadmap of France: 50 measures for a 100 % circular economy // Official website of the European Union. URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/strategies/circular-economy-roadmap-france-50-measures-100-circular-economy> (дата обращения: 28.01.2023).
10. Report on Circular economy in Italy. URL: <https://en.ecomondo.com/ecomondo/2022/ricerche-di-settore/eng/synthesis-report-on-circular-economy-in-italy-2022.pdf> (дата обращения: 28.01.2023).
11. Circular economy in Germany // Official website of the German Circular Economy. URL: <https://www.circular-economy-initiative.de/circular-economy-in-germany> (дата обращения: 30.01.2023).
12. Circular Economy Strategy Luxembourg // Official website of the Government of Luxembourg. URL: <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2021/02-fevrier/08-strategie-economie-circulaire/Strategy-circular-economy-Luxembourg-022021.pdf> (дата обращения: 30.01.2023).
13. The circular economy // Official website of the Government of Belgium. URL: https://www.belgium.be/en/economy/sustainable_development/sustainable_economy/innovative_economic_models/circular_economy (дата обращения: 25.01.2023).
14. Action plan for circular economy in Portugal: 2017-2020 // Official website of the European Union. URL: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/strategy_-_portuguese_action_plan_paec_en_version_3.pdf (дата обращения: 25.01.2023).
15. España circular 2030 // Official website of the European Union. URL: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/espana_circular_2030_executive_summary_en.pdf (дата обращения: 02.02.2023).
16. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 28.01.2023).

17. Kanunnikova K. I. Prospects for Russia's transition to a circular economy // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 6-1(88). С. 186–189.
18. Паспорт Федерального проекта «Экономика замкнутого цикла РФ». URL: https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2022/07/EZTs_pasport.pdf?ysclid=ien2h31ks1234914236 (дата обращения: 19.01.2023).
19. Национальный проект «Экология» // Официальный сайт Национальных проектов России. URL: <https://национальныепроекты.рф/projects/ekologiya> (дата обращения: 24.01.2023).
20. Henrysson M., Nuur C. The Role of Institutions in Creating Circular Economy Pathways for Regional Development // The J. of Environment & Development. 2021. Vol. 30(2). P. 149–171.
21. Stahel W. R. The circular economy // Nature News. 2016. Vol. 531 (7595). P. 435–438.
22. Circular economy as an essentially contested concept / J. Korhonen, C. Nuur, A. Feldmann, S. E. Birkie // J. of Cleaner Production. 2018. Vol. 175. P. 544–552.
23. Zeng S., Easton G. Moving towards a circular economy: the role of supply chain management // J. of Industrial Ecology. 2010. Vol. 14(2). P. 233–237.
24. Pishchulov G. V., Richter K. K., Pakhomova N. V. A circular economy perspective on sustainable supply chain management: an updated survey // St Petersburg University J. of Economic Studies. 2018. № 2. P. 267–297.

References

1. Message of the President to the Federal Assembly. Official website of the President of Russia. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/70565> (accessed: 22.02.2023).
2. Circular economy. Official website of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/0ee76e163793a5dfd4f68023e1db3621/271221.pdf> (accessed: 15.02.2023).
3. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M., Hultink E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of cleaner production. 2017, vol. 143, pp. 757–768.
4. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation & Recycling. 2017, vol. 127, pp. 221–232.
5. Ratner S. V. Circular economy: theoretical foundations and practical applications in the field of regional economics and management. Innovations. 2018, vol. 9 (239), pp. 29–37.
6. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular economy: the concept and its limitations. Ecological Economics. 2018, vol. 143, pp. 37–46.
7. Report on experiences with the implementation of Circular Economy outside Europe. URL: <https://cicerone-h2020.eu/wp-content/uploads/2020/05/CICERONE-D1.3-Report-on-experiences-with-the-implementation-of-Cicular-Economy-outside-of-Europe.pdf> (accessed: 06.02.2023).
8. Circular Dutch economy by 2050. Official website of the Government of the Netherlands. URL: <https://www.government.nl/topics/circular-economy/circular-dutch-economy-by-2050> (accessed: 25.01.2023).
9. Circular Economy roadmap of France: 50 measures for a 100 % circular economy. Official website of the European Union. URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/strategies/circular-economy-roadmap-france-50-measures-100-circular-economy> (accessed: 28.01.2023).
10. Report on Circular economy in Italy. URL: <https://en.ecomondo.com/ecomondo/2022/ricerche-di-settore/eng/synthesis-report-on-circular-economy-in-italy-2022.pdf> (accessed: 28.01.2023).
11. Circular economy in Germany. Official website of the German Circular Economy. URL: <https://www.circular-economy-initiative.de/circular-economy-in-germany> (accessed: 30.01.2023).

12. Circular Economy Strategy Luxembourg. Official website of the Government of Luxembourg. URL: <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2021/02-fevrier/08-strategie-economie-circulaire/Strategy-circular-economy-Luxembourg-022021.pdf> (accessed: 30.01.2023).
13. The circular economy. Official website of the Government of Belgium. URL: https://www.belgium.be/en/economy/sustainable_development/sustainable_economy/innovative_economic_models/circular_economy (accessed: 25.01.2023).
14. Action plan for circular economy in Portugal: 2017–2020. Official website of the European Union. URL: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/strategy_-_portuguese_action_plan_paec_en_version_3.pdf (accessed: 25.01.2023).
15. España circular 2030. Official website of the European Union. URL: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/espana_circular_2030_executive_summary_en.pdf (accessed: 02.02.2023).
16. Federal Law «On Production and Consumption Wastes» dated June 24, 1998, no. 89-FZ. Consultant Plus. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (accessed: 28.01.2023).
17. Kanunnikova K. I. Prospects for Russia's transition to a circular economy. *Economics and business: theory and practice*. 2022, no. 6-1 (88), pp. 186–189.
18. Passport of the Federal project «Circular Economy of the Russian Federation». URL: https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2022/07/EZTs_pasport.pdf?ysclid=len2h31ks1234914236 (accessed: 19.01.2023).
19. National project «Ecology». Official site of National projects of Russia. URL: <https://nationalprojects.rf/projects/ekologiya> (accessed: 24.01.2023).
20. Henrysson M., Nuur C. The Role of Institutions in Creating Circular Economy Pathways for Regional Development. *The Journal of Environment & Development*. 2021, vol. 30(2), pp. 149–171.
21. Stahel W. R. The circular economy. *Nature News*. 2016, vol. 531 (7595), pp. 435–438.
22. Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Birkie S. E. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*. 2018, vol. 175, pp. 544–552.
23. Zeng S., Easton G. Moving towards a circular economy: the role of supply chain management. *Journal of Industrial Ecology*. 2010, vol. 14(2), pp. 233–237.
24. Pishchulov G. V., Richter K. K., Pakhomova N. V. A circular economy perspective on sustainable supply chain management: an updated survey. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*. 2018, no. 2, pp. 267–297.

Статья поступила в редакцию 22.03.2023 г., принята к публикации после рецензирования 27.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 22.03.2023, accepted for publication after reviewing on 27.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 74–84
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 74–84

Научная статья
УДК 334

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

MONITORING SYSTEM FOR INDIVIDUAL ELEMENTS OF THE ECONOMIC SECURITY OF AN ENTERPRISE

В. А. ВАГАНОВА

кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), vavaganova@etu.ru

V. A. VAGANOVA

Phd (Economic), Associate Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University, vavaganova@etu.ru

Д. В. МЕЛЬНИЧУК

аспирант, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), danil_251199@mail.ru

D. V. MELNICHUK

post-graduate student, Saint Petersburg Electrotechnical University, danil_251199@mail.ru

Аннотация. Деятельность организаций национальной экономики подвержена влиянию многочисленных факторов, которые затрагивают различные аспекты ее процессов и систем. Одной из важнейших систем современной организации или предприятия является функционирование системы экономической безопасности. Многообразие элементов экономической безопасности вынуждает разрабатывать индикаторы и проводить анализ по различным направлениям деятельности организации. Также стоит учитывать, что в зависимости от отрасли деятельности предприятия отдельным элементам экономической безопасности выделяется большее значение в общей системе обеспечения экономической безопасности. Также авторами уделяется внимание обзору терминологии, поскольку имеющиеся категории и дефиниции экономической безопасности стремительно развиваются, требуют уточнения ее отдельных элементов. Применение понятийного аппарата в области экономической безопасности в практике современного предприятия должно быть обосновано и понятно всем участникам как самой системы, так и организации в целом. Элементы экономической безопасности успешно формируются и выступают в роли мощной базы для анализа общего состояния организации, соответственно, вопросу их актуальности в тех или иных отраслях должно уделяться куда большее внимание. При построении эффективной системы мониторинга

© Ваганова В. А., Мельничук Д. В., 2023

экономической безопасности качество отбора необходимых показателей и индикаторов стоит на первом месте. При проведении исследований важное значение выделяется условиям, в которых организация осуществляет свою деятельность, в зависимости от этих условий изменяется удельный вес элементов экономической безопасности в общей системе мониторинга.

Ключевые слова: экономическая безопасность, элементы экономической безопасности, отрасль деятельности, индикаторы, показатели, система мониторинга

Annotation. The activities of organizations of the national economy are influenced by numerous factors that affect various aspects of its processes and systems. One of the most important systems of a modern organization or enterprise is the functioning of the system of economic security. The diversity of elements of economic security forces the development of indicators and analysis in different areas of the organization. It is also worth bearing in mind that depending on the branch of activity of the enterprise, certain elements of economic security are allocated greater importance in the overall system of economic security. The authors also pay attention to the review of available terminology, since the available categories and definitions of economic security are rapidly developing, require clarification for its individual elements. The application of the conceptual apparatus in the field of economic security in the practice of modern enterprise should be justified and understandable to all participants of both the system itself and the organization as a whole. Elements of economic security are successfully formed and act as a powerful base for the analysis of the general state of the organization, respectively, the issue of their relevance in those or other branches should be given much more attention. At construction of effective system of monitoring of economic security the quality of selection of necessary indicators and indicators is on the first place. At carrying out researches the importance is allocated to conditions, in which the organization carries out the activity, depending on these conditions the specific weight of elements of economic safety in the general system of monitoring changes.

Keywords: economic security, elements of economic security, industry, indicators, performance indicators, monitoring system

Введение

Обеспечение экономической безопасности – трудный многокомпонентный процесс, требующий учёта не только внутренних, но и внешних факторов. Специалисты действуют в быстроизменяющихся условиях конъюнктуры рынка, соответственно, принятие решений должно осуществляться в быстром темпе, не снижая при этом эффективность разработанных мероприятий. Современные предприятия для успешного функционирования обязаны адаптироваться под любые условия и своевременно реагировать на возникающие угрозы, в

противном случае их эффективность заметно снижается.

Осложняет ситуацию то, что в целях укрепления экономической безопасности специалисты экономической безопасности сталкиваются с анализом не только количественных, но и качественных показателей, которые стоит рассматривать в совокупности. Исследование данной совокупности неоднозначный процесс, ввиду отсутствия единого подхода и математического аппарата.

Принятые методики расчёта уровня экономической безопасности А. В. Шохнех,

А. Колышкиной учитывают лишь финансовые аспекты деятельности, игнорируя не менее важные элементы экономической безопасности. Обеспечение экономической безопасности коммерческого предприятия – разносторонний процесс, учитывающий финансовый, кадровый, интеллектуальный, инновационный и технологический потенциал компании.

Системам мониторинга показателей экономической безопасности в отечественной литературе уделяется особое внимание, имеются различные работы выделяющие механизмы обеспечения экономической безопасности предприятия:

1. Выявление основ обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта.
2. Проведение количественного и качественного анализа внешней и внутренней среды.
3. Оценка значимых факторов и рисков.
4. Анализ и оценка с помощью отобранных наборов показателей.
5. Интерпретация выводов и разработка управленческих решений [1].

Подобные механизмы не конкретизируют наиболее важный этап в построении системы мониторинга, а именно процесс отбора необходимых для обеспечения экономической безопасности индикаторов и показателей.

Вопросу места и роли отдельных элементов в общей системе экономической безопасности коммерческого предприятия должно уделяться большее внимание, так как в зависимости от различных факторов, среди которых особо выделяется отрасль деятельности, обеспечение экономической безопасности может существенно изменяться.

Методы исследования

В статье авторами использовались такие общеизвестные и широко используемые методы, как анализ, синтез, классификация, системный подход, конкретизация, сравнительный метод. Это позволило авторам на основе перечисленных методов и содержательной интерпретации выводов представить результаты и осветить дискуссионные моменты, в том числе с учетом перспективных направлений исследования в заявленной области.

Результаты и дискуссия

Ключевые элементы экономической безопасности коммерческого предприятия

Основополагающей проблемой в вопросе обеспечения экономической безопасности предприятия стоит назвать грамотное исследование её отдельных элементов. В зависимости от различных условий удельный вес элементов экономической безопасности изменяется, зачастую данный аспект игнорируется, что приводит к однотипным и малоэффективным исследованиям.

Хозяйствующие субъекты при осуществлении своей деятельности сталкиваются с множественными трудностями, для решения которых и существует экономическая безопасность. Главной целью экономической безопасности является стабильность функционирования и прибыльность финансово-хозяйственной деятельности, однако её обеспечение не ограничивается финансовой составляющей. Не менее важными элементами экономической безопасности являются:

– информационная безопасность, представляющая собой совокупность работ по созданию необходимой инфраструктуры с целью защиты коммерческой тайны и иной информации, позволяющей предприятию получать дополнительную прибыль, а также защита информации, разглашение которой, может повлечь за собой убытки для организации;

– кадровая безопасность, заключающаяся в разработке регламентов по найму и обучению персонала, укреплению уровня лояльности работников. Данная безопасность тесно взаимосвязана с информационной, так как именно по причине сотрудников зачастую возникают утечки конфиденциальной информации;

– экологическая безопасность обеспечивающая защиту окружающей среды от негативного воздействия при осуществлении организацией своей деятельности;

– правовая безопасность, которая существует для строгого соответствия всем нормативно-правовым актам, также тесно связана с экологической безопасностью, поскольку нарушение законодательства приводит к прямым убыткам в виде штрафов [2].

Безусловно, финансовая безопасность является важнейшим элементом экономической безопасности, поскольку главная цель любого коммерческого предприятия – получение прибыли. Именно прибыль, получаемая в результате экономической активности субъекта, образует ресурсную базу для дальнейшего развития, повышения стабильности, прироста активов, капитала и рыночной стоимости [3].

Иные исследователи расширяют классификацию элементов, ссылаясь на необходимость обеспечения технико-технологической и силовой безопасности, где сущность первой заключается в развитии используемых на предприятии технологий и развитии новых, а сущность второй раскрывается через обеспечение физической безопасности сотрудников и имущества, принадлежащего организации [4, с. 20].

Акцентирование внимания на тех или иных элементах экономической безопасности позволяет создать гибкую систему, подходящую конкретной организации в конкретных условиях и также способную видоизменяться при необходимости. Фокусировка на выбранных элементах позволяет углубить анализ, выявить сильные и слабые стороны по различным направлениям, в точности определить место и роль своевременно выявленной угрозы и разработать наиболее эффективные мероприятия с учётом располагаемых ресурсов.

В рамках каждого из ранее изложенных элементов существует система показателей, отражающих уровень безопасности, именно их анализ и необходимо проводить организациям для повышения экономической безопасности. Главной проблемой данного анализа можно назвать совокупность не только количественных, но и качественных характеристик, исследование которых трудно реализуемо с помощью математического аппарата.

При оценке подобного рода неизбежно возникает субъективность анализа, поскольку разные специалисты могут сделать разные выводы. Также возникают сложности на этапе отбора необходимых индикаторов, так как, несмотря на хорошую проработанность в научных кругах, исследователи так и не пришли к единой методике учёта отдельных элементов в общей системе экономической безопасности.

Ввиду неизбежности субъективизма при отборе индикаторов необходимо исходить из сложившейся отечественной и зарубежной практики, выделяющей те или иные показатели. При внедрении индикаторов, необходимых для анализа, стоит опираться не на конкретные показатели, а на эффективные механизмы их отбора. Так, они должны соответствовать следующим требованиям:

- по возможности отражать реальные угрозы экономической безопасности в количественной форме;
- обладать хорошей чувствительностью и изменчивостью, что позволит своевременно улавливать сигналы об изменении ситуации;
- выполнять функцию индикаторов не отдельно, а в совокупности, с целью избежания возможных погрешностей, так как недопустимо делать выводы, основываясь на одном индикаторе [5].

В общем виде индикаторы принято разделять на группы, позволяющие проводить анализ по необходимым направлениям.

1. Финансовые индикаторы в качестве базы для анализа используют финансовую отчётность организации, позволяют отслеживать потенциальные экономические угрозы, своевременно принимать решения о перераспределении средств или их вложений в иные направления. Активно используются не только с целью снижения потерь, но и увеличения прибыли путём выявления потенциальных возможностей. На практике основными финансовыми индикаторами выступают коэффициенты финансовой устойчивости, ликвидности, деловой активности, рентабельности и т. д.

2. Индикаторы взаимоотношений с контрагентами позволяют выяснить необходимость в поставщиках, зависимость организации от конкретных компаний, уровень удовлетворённости заказчиков поставляемой продукцией. На практике для оценки используются коэффициенты качества продукции, доли рынка, индекса лояльности клиентов и т. д.

3. Индикаторы производства демонстрируют эффективность производимой продукции, позволяют ускорить процесс получения готовой продукции, снизить затраты. Основными показателями выступают фондоотдача, индекс

роста основных средств, уровень загруженности, рентабельность производства и т. д.

4. Социальные индикаторы отражают взаимодействие с сотрудниками предприятия, оценивают удовлетворённость персонала, изучают мотивацию сотрудников. Наиболее частыми показателями выступают коэффициент текучести персонала, задолженность по оплате труда, движение кадров и потеря рабочего времени [5].

Безусловно, именно группа финансовых показателей оказывает наибольшее воздействие на экономическую безопасность, однако в современных условиях игнорирование других элементов и их групп недопустимо. Финансовые индикаторы приобрели свою популярность благодаря возможности проведения количественного анализа и прогнозирования. Благодаря долгому существованию в науке и практике развитие экономических показателей претерпевало значительные изменения, в результате достигнув не только разнообразности применения возможных коэффициентов, но и их нормативных значений.

Нельзя забывать о том, что предприятия стремятся к расширению и увеличению качества продукции, так могут использоваться показатели, отражающие прирост капитала, основных средств и интеллектуальной собственности. Показатели подобного типа принято рассматривать в динамике за последние периоды, чтобы понимать, какие решения повлекли их увеличение или снижение. Сравнение показателей может проводиться с плановыми значениями, в связи с чем прогнозирование будущей деятельности станет более эффективным и точным.

Метод сравнения активно используется в финансовом анализе, следовательно, с его помощью возможна адаптация и корректировка индикаторов. Причём сравнение зачастую применяется при анализе не только внутренней информации, но и внешней, для целей сопоставления своих значений с конкурентами. Анализ конкурентных показателей, в свою очередь, позволяет перенять успешные управленческие решения, а также обратить внимание на совершённые ими ошибки.

Таким образом, исследование отдельных элементов экономической безопасности позволяет более детально определить источник и характер угрозы, используя общепринятые механизмы минимизировать её потенциальный ущерб. Важно также учитывать, что отбор необходимых элементов в систему обеспечения экономической безопасности должен производиться с учётом ряда факторов, которые более подробно будут рассмотрены в следующей части исследовательской работы.

Значение отдельных элементов для общей системы экономической безопасности в зависимости от отрасли деятельности

Отбор элементов для включения их в общую систему обеспечения экономической безопасности коммерческого предприятия – сложный и кропотливый процесс, требующий от специалистов хорошей подготовки и учёта множества факторов, среди которых можно выделить:

- масштаб организации;
- специфику деятельности;
- отрасли основной и второстепенной деятельности.

Масштаб учитывается ввиду того, что малым и средним предприятиям нецелесообразно решать потенциальные угрозы информационной и экологической безопасности в связи с их низким негативным воздействием. Большой упор предприятия такого рода делают на финансовую составляющую, поскольку существует острая необходимость в расширении производства, развитии технологического потенциала и отбора необходимых сотрудников.

Схожая ситуация обстоит и со спецификой деятельности, например организация выступает в роли дистрибьютора и не имеет собственных производственных мощностей, в результате проблемам технологического характера не имеет смысла оказывать должного внимания. В то же время данные показатели могут использоваться для анализа контрагентов, с целью отбора наиболее надёжных из них.

Отрасль деятельности имеет куда большее значение, поскольку анализ конкретных показателей может быть обоснован не только рациональной необходимостью, но и обяза-

тельством на законодательном уровне. Отношение предприятия к той или иной отрасли изначально накладывает на него некоторые потенциальные риски и угрозы, поэтому при определении фундаментальных индикаторов нужно отталкиваться от фактических проблем и принципов отбора, изложенных в предыдущей части исследовательской работы (табл. 1).

Важно отметить, что в табл. 1, безусловно, указан не полный перечень индикаторов, а лишь их наиболее важные вариации, на практи-

также исходить из своей отрасли, является ли для них текучесть кадров допустимой, насколько существует потребность в быстром обучении персонала, важна ли автоматизация работы сотрудников. Важно понимать, что для данного элемента характерны не только количественные, но и качественные показатели [8].

Для отбора показателей информационной безопасности выявляется, каким именно угрозам подвержена организация, какой наиболее вероятной может быть причина утечки, по

Табл. 1. Классификация индикаторов, необходимых для обеспечения экономической безопасности предприятия

Tab. 1. Classification of indicators necessary to ensure the economic security of the enterprise

Отрасль	Элементы	Индикаторы
Строительная	Финансовая, кадровая, силовая	Финансовая устойчивость, удельный вес оплаты труда, коэффициент защищенности имущества и персонала предприятия
Банковская, страховая	Финансовая, кадровая, информационная	Ликвидность, финансовая устойчивость, текучесть персонала, коэффициент технической защиты информации
Транспортная	Финансовая, кадровая, информационная, силовая	Финансовая устойчивость, коэффициент автоматизации работы персонала, коэффициент транспортной безопасности
Промышленность	Финансовая, кадровая, информационная, силовая, технико-технологическая, экологическая	Финансовая устойчивость, затраты на обучение персонала, коэффициент финансовой защиты информации, коэффициенты эффективности использования ОПФ, коэффициент экологичности производства

ке для полноты анализа необходимо использовать как минимум по три показателя из каждого элемента экономической безопасности.

Поскольку цель любого коммерческого предприятия – получение прибыли, анализ показателей рентабельности очевиден, независимо от отрасли деятельности. Также такие показатели, как финансовая устойчивость, ликвидность, деловая активность, являются необходимыми для любых организаций. Стоит лишь отметить, что для предприятий банковского сектора соблюдение нормативов закреплено на законодательном уровне, соответственно, их анализ является обязательным для осуществления деятельности [6]. Для организаций страховой отрасли важными являются показатели эффективности инвестиционной деятельности, однако недопустимо игнорирование правовой безопасности, поскольку инвестиционная деятельность страховых организаций строго регулируется законодательством [7].

При отборе индикаторов, относящихся к кадровой безопасности, организации должны

халатности сотрудников или в результате спланированной внешней атаки. Методики оценки рисков информационной безопасности могут применяться как ко всей организации, так и к её отдельным структурам [9].

Отбор экологических показателей проводится с учётом отраслевой специфики и тесно переплетается с правовыми аспектами деятельности организации, поскольку необходимость в учёте тех или иных экологических параметров накладывается на организацию законодательно [10].

Силовая составляющая определяется по схожему принципу, как и у других показателей, основываясь на вероятности реализации и уровне негативного воздействия [11].

Предложенная авторами классификация элементов и индикаторов ориентирована на практическое применение, однако, как отмечалось ранее, необходимо учесть масштаб и специфику деятельности организации, уровень располагаемых ресурсов, наличие или отсутствие угроз иного характера, не относящихся к экономической безопасности.

Рассмотренные индикаторы позволяют проанализировать внутреннюю составляющую, по возможности используя количественные методики оценки. Индикаторы внешней среды достаточно трудно анализировать, так как они в большинстве своём являются качественными показателями, соответственно, процесс выявления угроз напрямую зависит от уровня квалификации специалистов. Несмотря на это, игнорирование внешних факторов неизбежно повлечёт негативные последствия. Так как при отборе показателей необходимо руководствоваться принципами, изложенными в предыдущей части исследовательской работы, на первое место можно поставить такие внешние индикаторы, как инфляция, анализ спроса и предложения.

С другой стороны, в качестве внешних индикаторов можно использовать:

- изменения в политической системе;
- увеличение налогового бремени;
- существенные изменения в законодательстве;
- стихийные бедствия и т. д. [12].

Подобные явления трудно предсказать и достаточно сложно оценить, однако держать их на контроле совершенно необходимо, так как, несмотря на низкую вероятность возникновения, ущерб может быть причинён катастрофический. Анализ рисков подобного типа, как правило, возлагается непосредственно на руководство организации, но может и делегироваться на менеджмент или иных специалистов.

Существующее многообразие показателей и индикаторов внешней и внутренней среды позволяет проводить различные исследования уровня экономической безопасности организации. На сегодняшний момент важное значение имеет не количество рассматриваемых показателей, а качество сделанных выводов и разработка соответствующих мероприятий. Излишний анализ влечёт нецелесообразные затраты рабочего времени и сбивают фокус специалистов с более важных проблем. Именно поэтому на первом этапе необходимо выявить, каким именно рискам больше всего подвержена организация и какой ущерб от их реализации. Для подобных целей используется современный инструментарий, например построение карты рисков.

Мониторинг финансовых индикаторов обеспечения экономической безопасности предприятия

Построение системы мониторинга финансовых индикаторов для целей обеспечения экономической безопасности не ограничивается отбором показателей, напротив, в первую очередь специалистами проводится тщательный анализ всей деятельности на предмет возможных угроз, классификация их по источнику, вероятности возникновения и потенциальному ущербу в случае их реализации. Наиболее популярным инструментом получения информации и укрепления экономической безопасности можно назвать финансовый анализ.

В целях построения эффективной системы предприятию необходимо исходить из принципа непрерывности наблюдения, учитывая не только фактическое состояние, но и плановые показатели, а также их отклонения от нормативов. В общем виде построение системы можно свести к конкретным этапам.

1. Исследование возможных границ отклонения в процессах функционирования и развития организации.
2. Выявление деструктивных тенденций и процессов, которые приводят к снижению уровня экономической безопасности.
3. Определение причин, характера, источника и интенсивности воздействия рисков и угроз экономической безопасности хозяйствующего субъекта.
4. Прогнозирование последствий от угрожающих факторов на процессы функционирования и развития организации.
5. Системно-аналитическое изучение сложившейся ситуации и тенденций её развития.
6. Анализ влияния конкурентов на операционную деятельность предприятия [13].

Только после совершения указанных этапов специалисты могут переходить к отбору необходимых индикаторов, исследующих проблемные области и обеспечивающих надёжные выводы по отдельным элементам экономической безопасности.

Построение системы мониторинга должно строго основываться на нуждах и вызовах компании, наиболее важные области выделяются предприятиями самостоятельно, учитывая

различные факторы. При этом система может быть как формальной, так и неформальной, важна лишь её эффективность [14].

В связи с тем, что финансовая безопасность как элемент экономической безопасности учитывается любыми коммерческими предприятиями независимо от их отрасли, масштабов и специфики деятельности, целесообразно использовать данный элемент в качестве примера.

Таблицу можно значительно расширить, добавив нормативные значения для каждого из показателей, рассмотреть иные элементы экономической безопасности предприятия, инструменты и направления, необходимые для проведения анализа.

Немаловажным является тот факт, что показатели, указанные в табл. 2, имеют различные нормативы в зависимости от отрасли осуществления деятельности, так же, как и их удельный вес в общей системе обеспечения экономической безопасности. Предложенная система мониторинга может эффективно применяться на практике, важно лишь её адаптировать под конкретные условия организации.

Финальным продуктом выступает создание интегрального показателя экономической безопасности, в котором удельный вес каждого из элементов составляется с учётом индивидуальности предприятия. При разработке интегрального показателя невозможно избавиться от субъективизма, соответственно, специалисты, отвечающие за построение, должны обладать высокой квалификацией и тщательно разбираться в специфике бизнеса [15].

При этом не стоит забывать о том, что экономическую безопасность отражают и качественные характеристики, включение которых в интегральный показатель по понятным причинам невозможно. Учёт качественных показателей должен производиться на этапе принятия управленческих решений во взаимосвязи с построенным интегральным показателем экономической безопасности. Предложенный комбинированный подход успел хорошо зарекомендовать себя на практике, несмотря на сложность проведения подобного анализа, можно использовать такие общепринятые инструменты, как:

- привлечение независимых экспертов и консультантов;
- проведение анкетирования сотрудников;
- участие в оценочных процедурах менеджеров, специалистов и рядовых работников [16].

Построение системы мониторинга проходит множество этапов, начиная с подбора специалистов и заканчивая грамотной интерпретацией полученной информации, в результате этого важный акцент делается на кадровую составляющую организации. Существующие подходы фокусируются на финансовых исследованиях, именно поэтому авторами предлагается совокупный подход, результатом которого послужит интегральный показатель экономической безопасности.

В результате построение системы мониторинга финансовых индикаторов – сложный многокомпонентный процесс, требующий наличия мощного кадрового, интеллектуального и информационного потенциала. При созда-

Табл. 2. Пример построения системы мониторинга финансовых индикаторов
 Tab. 2. An example of building a monitoring system for financial

Направление	Наименование	Риск	Периодичность оценки	Источник
Финансовый анализ	Рентабельность	Операционный	Ежеквартально	Бухгалтерский баланс, отчёт о финансовых результатах
	Ликвидность			
	Финансовая устойчивость			
	Платежеспособность			
	Оборачиваемость активов			
	Деловая активность			
Анализ структуры имущества и источников его формирования				

нии системы отбору индикаторов придается особое значение, так как неверно отобранные источники информации приведут к ошибочным выводам.

Заключение

Развитие подходов к анализу и совершенствованию уровня экономической безопасности коммерческих предприятий непрерывный процесс, требующий постоянной вовлечённости и детальных знаний о бизнес-процессах компании. Для наибольшей эффективности все предприятия должны обладать мощной финансовой и кадровой базой, однако остальные элементы экономической безопасности напрямую зависят от масштабов, специфики деятельности и отрасли анализируемой организации.

Формирование системы мониторинга должно осуществляться в соответствии со строгими этапами и на основе обязательных принципов. Таким образом, эффективность её функционирования существенно увеличится, а также появится возможность адаптации системы к изменяющимся условиям путём добавления новых показателей и индикаторов.

В заключение важно выделить, что существующие подходы к обеспечению экономической безопасности фокусируются в большей степени на финансовой составляющей, а отдельным элементам выделяют равнозначное внимание. В связи с этим авторами предлагается гибкая система мониторинга, учитывающая отрасль деятельности и способная видоизменяться в зависимости от иных условий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кокурхаева Р. М., Газдиева Е. Х. Разработка методологического инструментария оценки состояния экономической безопасности предприятия // *Colloquium-j*. 2020. С. 108–112.
2. Линко И. В. Понятие и элементы экономической безопасности предприятий // *Экономика и социум*. 2022. С. 447–454.
3. Музалёв С. В., Храпова А. В. Прибыль как элемент обеспечения экономической безопасности предприятия // *Вестн. Национального ин-та бизнеса*. 2018. С. 177–185.
4. Экономическая безопасность: учеб.-метод. пособие / В. К. Крутиков, Т. В. Дорожкина, О. И. Костина, М. В. Якунина. М.: Эйдос, 2017. 196 с.
5. Киселева И. А., Симонович Н. Е., Косенко И. С. Экономическая безопасность предприятия: особенности, виды, критерии оценки // *Вестн. Воронеж. гос. ун-та инженерных технологий*. 2018. С. 1–9.
6. Инструкция Банка России от 29.11.2019 № 199-И (ред. от 24.12.2021) «Об обязательных нормативах и надбавках к нормативам достаточности капитала банков с универсальной лицензией» (зарегистрировано в Минюсте России 27.12.2019 г. № 57008).
7. Положение Банка России от 16.11.2021 № 781-П (ред. от 22.09.2022) «О требованиях к финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков» (зарегистрировано в Минюсте России 04.04.2022 г. № 68049).
8. Климова Е. З., Павлова И. А. Элементы и показатели кадровой безопасности организации // *Инновационные аспекты развития науки и техники*. 2021. С. 106–111.
9. Александров А. В., Велигура А. В., Соколова Я. В. Методика комплексной оценки состояния информационной безопасности предприятия // *Экономический вектор*. 2016. С. 104–112.
10. Глушченко М. Е. Экологическая безопасность предприятия: комплексная методика оценки // *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2015. С. 1–9.
11. Сергеева И. А., Сергеев А. Ю. Комплексная система обеспечения экономической безопасности предприятия: учеб.-метод. пособие. М.: ПГУ, 2017. 124 с.

12. Балыкин Н. Д. Оценка внешних угроз экономической безопасности хозяйствующих субъектов на примере ООО «Компания Металл Профиль» // Молодой учёный. 2022. С. 75–79.
13. Кучковская Н. В. Оценка риска при функционировании системы экономической безопасности предприятия // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2019. С. 185–188.
14. Tin Primorac, Toni Kozina, Ivan Turčić. Economic security of enterprises // Poslovna izvrsnost. 2018. Vol. 12 (2). P. 167–175.
15. Агеева О. А., Матыщину Ю. Д. Мониторинг эффективности системы внутреннего контроля и экономической безопасности организации // Вестн. ун-та. 2022. С. 70–77.
16. Кротенко Т. Ю. Методические подходы к разработке индикаторов экономической безопасности организации // Вестн. ун-та. 2018. С. 18–22.

References

1. Kokurkhaeva R. M., Gazdieva E. Kh. Development of methodological tools for assessing the state of economic security of an enterprise. Colloquium-journal. 2020, pp. 108–112.
2. Linko I. V. The concept and elements of the economic security of enterprises. Economics and society. 2022, pp. 447–454.
3. Muzalev S. V., Khrapova A. V. Profit as an element of ensuring the economic security of an enterprise. Bulletin of the National Institute of Business. 2018, pp. 177–185.
4. Krutikov V. K., Dorozhkina T. V., Kostina O. I., Yakunina M. V. M. Economic security. Teaching aid. Eidos. 2017, 196 p.
5. Kiseleva I. A., Simonovich N. E., Kosenko I. S. Economic security of an enterprise: features, types, evaluation criteria. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018, pp. 1–9.
6. Instruction of the Bank of Russia dated November 29, 2019 No. 199-I (as amended on December 24, 2021) «On mandatory ratios and allowances for capital adequacy ratios for banks with a universal license» (Registered with the Ministry of Justice of Russia on December 27, 2019 No. 57008).
7. Bank of Russia Regulation No. 781-P dated November 16, 2021 (as amended on September 22, 2022) «On Requirements for Financial Stability and Solvency of Insurers» (Registered with the Russian Ministry of Justice on April 4, 2022 No. 68049).
8. Klimova E. Z., Pavlova I. A. Elements and indicators of personnel security of an organization. Innovative aspects of the development of science and technology. 2021, pp. 106–111.
9. Alexandrov A. V., Veligura A. V., Sokolova Y. V. Methodology for a comprehensive assessment of the state of information security of an enterprise. Economic Vector. 2016, pp. 104–112.
10. Glushchenko M. E. Environmental safety of the enterprise: a comprehensive assessment methodology. Human Science. Humanitarian Research. 2015, pp. 1–9.
11. Sergeeva I. A., Sergeev A. Yu. Integrated system for ensuring the economic security of the enterprise. Teaching aid. M., PGU, 2017, 124 p.
12. Balykin N. D. Assessment of external threats to the economic security of business entities on the example of Metal Profile Company LLC. Young scientist. 2022, pp. 75–79.
13. Kuchkovskaya N. V. Risk assessment during the functioning of the economic security system of an enterprise. Azimuth of scientific research: economics and management. 2019, pp. 185–188.
14. Tin Primorac, Toni Kozina, Ivan Turčić. Economic security of enterprises. Poslovna izvrsnost. 2018, vol. 12 (2), pp. 167–175.

- 15. Ageeva O. A., Matytsinu Yu. D. Monitoring the effectiveness of the internal control system and economic security of an organization. Bulletin of the University. 2022, pp. 70–77.
- 16. Krotenko T. Yu. Methodological approaches to the development of indicators of the economic security of an organization. Bulletin of the University. 2018, pp. 18–22.

Статья поступила в редакцию 25.02.2023 г., принята к публикации после рецензирования 24.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 25.02.2023, accepted for publication after reviewing on 24.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 85–94
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 85–94

Научная статья
УДК 338.24

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

PRACTICE OF USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN AUDITING ACTIVITIES

Светлана Николаевна КУЗЬМИНА

доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), snkuzmina@etu.ru

S. N. KUZMINA

DSc (Economics), Full Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University, snkuzmina@etu.ru

Анна Владимировна ЧЕРНИКОВА

кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, a-v-chernikova@mail.ru

A. V. CHERNIKOVA

PhD (Technical), Associate Professor, Peter the Great St Petersburg Polytechnic University, a-v-chernikova@mail.ru

Анна Леонидовна АСТРАХАНЦЕВА

магистрант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, anna.astrahanceva@bk.ru

A. L. ASTRAKHANTSEVA

Higher School of Economics and Trade, Peter the Great St Petersburg Polytechnic University, anna.astrahanceva@bk.ru

Аннотация. При подтверждении соответствия деятельности организации необходимым и достаточным условием является подтверждение выполнения ею установленных требований. Это справедливо и для деятельности испытательных лабораторий, для которой важным условием является подтверждение ее компетентности, что выполняется на практике посредством процедуры аудиторской проверки. В настоящее время, в силу объективных обстоятельств, аудиторские проверки могут выполняться как в очном формате, так и в дистанционном, что налагает определенные требования на всех субъектов – участников данного процесса. В статье авторами анализируются возможности и перспективы организации и проведения аудиторских проверок в форме дистанционного аудита посредством применения технологии блокчейн. В статье уделено внимание специфике организации и проведению дистанционной аудиторской проверки, обеспечению ее эффективности на основе риск-ориентированного подхода, предложены рекомендации по совершенствованию данного вида

деятельности в организациях национальной экономики. Авторами выполнен анализ нормативных и законодательных документов, регламентирующих порядок организации и проведения аудиторских проверок с помощью технологий блокчейн. Также представлено описание методики подготовки к проведению аудиторской проверки для подтверждения соответствия компетентности испытательной лаборатории с помощью цифровых технологий (блокчейн).

Ключевые слова: аудиторская проверка, блокчейн, дистанционный аудит, качество, соответствие требованиям, цифровые технологии

Abstract. When confirming the conformity of the activities of an organization a necessary and sufficient condition is the confirmation of its compliance with the established requirements. This is also true for the activities of testing laboratories, for which an important condition is the confirmation of its competence, which is carried out in practice through the procedure of auditing. Nowadays, due to objective circumstances, audits can be carried out both in an on-site and remote format which imposes certain requirements on all participants of this process. The authors analyze the possibilities and prospects of the organization and conduct of audits in the form of remote audit through the use of blockchain technology. Accordingly, attention is paid to the specifics of organizing and conducting of remote audit, ensuring its effectiveness on the basis of risk-based approach, recommendations are offered to improve this type of activity in the organizations of the national economy. The analysis of normative and legislative documents regulating the order of organization and conduction of audits with the help of blockchain technologies was made by the authors. Also the description of the methodology of preparation for the audit to confirm the competence of the testing laboratory using digital technology (blockchain) is presented.

Keywords: audit, blockchain, remote audit, quality, compliance, digital technology

Введение

Стремительная цифровизация экономики, а также необходимость противостоять различным задачами глобального масштаба, таким как эпидемии, политическая и экономическая нестабильность и связанным с ними ограничениям, стали основанием для проведения аудитов в удаленном формате. Дистанционный аудит (ДА) является одним из инновационных подходов, получивших популярность, ориентированным на решение задач аудита с использованием цифровых технологий и обеспечивающим повышение эффективности функционирования предприятия. Для регулярного получения официального признания своей компетентности испытательной лабораторией необходимо подтверждение соответствия

своей деятельности посредством прохождения проверок компетентности, включающих внутренний аудит организации и внешний аудит со стороны проверяющего органа.

Исходя из всех вышеуказанных причин, а также учитывая отсутствие нормативных и законодательных документов, регулирующих порядок проведения удаленной оценки, в ходе проверки компетентности испытательных лабораторий возникла необходимость проведения анализа возможностей проведения дистанционного аудита и разработки методики подготовки к его проведению при проверке компетентности испытательной лаборатории.

Несмотря на то что большая часть трудов российских авторов в области аудита посвящена внутреннему традиционному аудиту, в последние годы появились публикации, по-

священные теме дистанционного аудита как подхода к решению задач внутреннего аудита.

В трудах [1, 2] рассматриваются теоретические аспекты дистанционного аудита. Методический подход к проведению ДА системы менеджмента качества (СМК) при проверке соответствия требованиям стандартов, регламентирующих функционирование СМК организации, рассмотрен авторами в [3], где даются рекомендации по составлению плана аудита. В работе [4] ключевыми являются вопросы организации ДА и необходимости специальной подготовки экспертов-аудиторов для проведения проверок состояния производства и систем управления производством.

Значительная часть работ в сфере ДА принадлежит зарубежным ученым. Влияние методов ДА на качество и результативность аудиторской проверки представлено в [5]. Вопросам внедрения новых технологий в процессы внутреннего аудита и фундаментального переосмысления на этой основе парадигмы внутреннего аудита посвящено исследование [6]. Новые подходы к аудиту инноваций как части внутреннего аудита рассмотрены в статье [7]. Вопросы влияния цифровизации на аудиторские проверки, в частности аудит запасов, представлены в исследовании [8]. Концептуальные основы риск-ориентированного аудита освещаются в [9]. Различные аспекты ДА при использовании облачных хранилищ, в том числе децентрализованный облачный аудит данных, а также использование технологии блокчейн, представлены в трудах [10–14].

Однако, отмечая вклад зарубежных ученых, необходимо заметить, что полученные ими результаты в основном ориентированы на использование предприятиями, имеющими разветвленную сеть филиалов в различных странах.

В настоящее время для российских испытательных лабораторий вопрос внедрения ДА находится в стадии разработки. Ввиду этого в исследовании сконцентрировано внимание на анализе возможностей проведения ДА и перспектив его применения для повышения результативности СМК организации.

Методы исследования

Проводимое авторами исследование ориентировано на деятельность испытательных

лабораторий, которые осуществляют комплекс работ по оценке соответствия продукции на соответствие требованиям Технических регламентов Евроазиатского союза ТР ЕАЭС 038/2016 «О безопасности аттракционов» и ТР ЕАЭС 042/2017 «О безопасности оборудования для детских игровых площадок».

Требования к участникам подтверждения компетентности в национальной системе аккредитации определены в Федеральном законе «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» от 28.12.2013 г. № 412-ФЗ. Кроме того, в Российской Федерации при проведении внешнего аудита со стороны проверяющего органа Постановлением Правительства РФ № 2050 установлен порядок процедуры проверки компетентности испытательной лаборатории, которая включает в себя оценку соответствия аккредитованного лица в формате документационной оценки и выездной оценки. Согласно положениям документа, выездная экспертиза может проводиться удаленно.

Важным документом, содержащим критерии аккредитации, выполнение которых позволяет успешно пройти процедуру проверки компетентности аккредитованным лицам, является Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации». Сами критерии аккредитации можно разделить на три блока в соответствии с предъявляемыми требованиями:

- критерии в отношении нормативно-технической оснащённости;
- критерии, связанные с компетентностью персонала;
- критерии в отношении СМК лаборатории, которые включают в себя требования к наличию СМК, соответствующей ГОСТ ИСО/ИЭК 17025–2019 и наличию системы управления документацией.

Проанализировав нормативные требования, можно сказать, что процедура проверки компетентности включает в себя такой важный этап, как выездная оценка соответствия, которая осуществляется независимыми экспертами

и представляет собой внешний аудит, который в современных условиях может осуществляться удаленно, при этом порядок проведения удаленной оценки не определен.

Решение поставленной задачи требует разработки программы ДА на основе систематизации особенностей проведения ДА при проверке компетентности испытательной лаборатории [15] и с учетом факторов, влияющих на организацию проведения ДА СМК и получаемые результаты [16, 17].

Результаты и дискуссия

К особенностям проведения ДА при проверке компетентности испытательной лаборатории можно отнести:

- определение методов ДА;
- оценку рисков и возможностей, связанных с применением методов ДА и цифровых технологий;
- выбор и обеспечение информационно-коммуникационными технологиями;
- оценку требований, относящихся к деятельности испытательной лаборатории (в частности, возможность применения дистанционных методов аудита);
- наличие компетентности аудиторов и персонала проверяемой лаборатории по вопросам применения методов ДА;
- оценку влияния применения методов ДА и соответствующих информационно-коммуникационных технологий на целостность аудита;
- анализ применимости методов ДА для получения точных выводов, заключений и отчетов по аудиту, исходя из специфики испытательной лаборатории.

На основе сравнительного анализа характеристик традиционного и дистанционного аудита можно определить факторное пространство внедрения ДА в систему аудита. Все факторы можно разделить на имеющие положительное воздействие на организацию процедуры проведения ДА и ограничительные факторы.

Ограничительные факторы связаны с наличием барьеров для полномасштабного введения ДА и дальнейшего его проведения на регулярной основе, к ним относятся: наличие ручных операций; ведение бумажного документооборота; необходимость совершен-

ствования информационных систем, предназначенных для хранения, поиска и обработки информации; неполная информация; несовместимость форматов данных и др.

Факторы положительного воздействия определяют те преимущества, которые появляются от внедрения ДА. Это переход к непрерывному мониторингу процессов; увеличение количества проверяемых с помощью ДА подразделений, функций, параметров; повышение эффективности и результативности аудита за счет использования ИТ-инструментов; повышение цифровых компетенций и навыков сотрудников проверяемых организаций и аудиторов; повышение качества отчетных материалов.

Для выявления возможностей проведения ДА в испытательной лаборатории проведем оценку результативности системы менеджмента качества лаборатории. Оценка результативности дает возможность лаборатории определить уровень соответствия ее установленным требованиям, выявить фактические несоответствия и устранить их до проведения внешнего аудита. Для оценки результативности было выделено десять критериев (таблица), характеризующих результативность деятельности испытательной лаборатории, а также экспертным методом были найдены их количественные показатели.

Сравнение среднего показателя всех критериев с найденными значениями помогло установить высокую степень результативности системы менеджмента лаборатории. Найденный показатель результативности может означать, что деятельность лаборатории отвечает установленным требованиям и позволяет ей успешно осуществлять свою деятельность, а, как следствие, успешно пройти проверку компетентности.

Не все перечисленные критерии оценки результативности деятельности организации характеризуют готовность к проведению ДА. Другими словами, организация может быть готова к традиционному аудиту, но при этом не сможет пройти ДА.

К критериям оценки возможности проведения ДА можно отнести критерий компетентности персонала (P_1) и критерий пригодности оборудования (P_3). Эти критерии должны

Критерии оценки результативности деятельности испытательной лаборатории
Criteria for evaluating the effectiveness of the testing laboratory

Критерии оценки результативности	Обозначение критерия	Формула расчета критерия	Условные обозначения контролируемых показателей
Критерий компетентности персонала	P_1	$P_1 = Q_1/Q_2$	Q_1 – число участников процесса, прошедших проверку компетентности; Q_2 – число участников процесса, проходивших проверку компетентности
Критерий пригодности условий окружающей среды	P_2	$P_2 = M_1/M_2$	M_1 – число проверок пригодности условий окружающей среды, во время которых не были выявлены несоответствия; M_2 – общее число проверок пригодности условий окружающей среды
Критерий пригодности оборудования	P_3	$P_3 = W_1/W_2$	W_1 – число единиц оборудования, прошедших поверку/калибровку /аттестацию; W_2 – число единиц оборудования в испытательной лаборатории
Критерий наличия необходимой для проведения испытаний нормативной документации	P_4	$P_4 = D_1/D_2$	D_1 – количество нормативных документов, устанавливающих требования к проведению испытаний, которые имеются в доступе испытательной лаборатории; D_2 – количество нормативных, документов, устанавливающих требования к проведению испытаний, которые указаны в области аккредитации испытательной лаборатории
Критерий пригодности используемых методов испытаний	P_5	$P_5 = L_1/L_2$	L_1 – число методов испытаний, которые были соответствующе применены к объекту испытаний L_2 – общее число применяемых методов испытаний
Критерий качества работы испытательной лаборатории с заявителями (в части проведения испытаний)	P_6	$P_6 = S_1/S_2$	S_1 – число заявителей, удовлетворенных процессом проведения испытаний; S_2 – общее число заявителей
Критерий качества документов, оформляемых по результатам испытаний	P_7	$P_7 = K_1/K_2$	K_1 – число выданных испытательной лабораторией протоколов испытаний, соответствующих установленным к ним требованиям; K_2 – общее число выданных испытательной лабораторией протоколов испытаний
Критерий повышения объемов испытаний продукции	P_8	$P_8 = R_1/R_2$	R_1 – число выданных протоколов испытаний за текущий период; R_2 – число протоколов испытаний, выданных за период, предшествующий текущему
Критерий выполнения плана внутрилабораторного контроля качества (ВЛК)	P_9	$P_9 = H_1/H_2$	H_1 – число проведенных в ходе ВЛК испытаний; H_2 – число испытаний, запланированных для проведения ВЛК
Критерий выполнения плана межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ)	P_{10}	$P_{10} = V_1/V_2$	V_1 – число проведенных МСИ; V_2 – число запланированных МСИ

определяться в первую очередь. И только после подтверждения высокого фактического значения данных показателей возможен переход к расчету значений остальных критериев. Если же один из критериев оценки возможности проведения ДА имеет недопустимую степень результативности, то проведение ДА невозможно.

Процедура подтверждения компетентности испытательной лаборатории состоит из следующих этапов:

- проведение предварительного совещания;
- подача заявления об аккредитации и прилагаемых к нему документов в национальный орган по аккредитации;
- принятие национальным органом по аккредитации решения по результатам рассмотрения заявления об аккредитации и прилагаемых к нему документов;
- документарная оценка испытательной лаборатории национальным органом по аккредитации;
- выездная оценка соответствия испытательной лаборатории;
- оформление результатов процедуры подтверждения компетентности испытательной лаборатории;
- подача сведений в единый реестр аккредитованных испытательных лабораторий и органов по сертификации национальным органом аккредитации.

Дистанционная экспертиза осуществляется в соответствии с Программой проведения удаленной оценки в рамках выездной экспертизы, разрабатываемой в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 19011–2021 и на основе оценки рисков в ходе планирования и подготовки дистанционного аудита.

Программа ДА при проверке компетентности испытательной лаборатории включает план мероприятий, при этом каждый пункт программы имеет отличие от его проведения в традиционном формате. План мероприятий и их характеристика при проведении дистанционного аудита представлены в виде алгоритма [18].

По результатам документарной и выездной (удаленной) оценки экспертной группой, назначенной органом по аккредитации, состав-

ляется Акт экспертизы по результатам проведения дистанционного аудита при проверке компетентности испытательной лаборатории, который отражает выполнение пунктов разработанной Программы.

Несмотря на то что плюсы от внедрения ДА очевидны, рассмотрение и применение ДА требует оценки рисков для обеспечения достижения целей аудита и точных выводов.

Как правило, аудиторские компании начинают оценку рисков с предварительного анализа организации и элементов СМК, подлежащих аудиту, и организация предоставляет первоначальную информацию аудиторской компании об уровне риска. Этот уровень риска связан не только с доступом к документам, помещениям и персоналу организации, но и с технологией, которая будет использоваться для ДА. Выявленные риски оцениваются аудиторами для обеспечения принятия мер по снижению рисков и обеспечению успешного и соответствующего требованиям аудита.

Основные цифровые технологии, используемые при проведении аудита, включают видеосвязь, технические средства, облачные технологии, удаленный доступ к электронным базам данных, телеметрию, электронную почту, платформы для обмена и обработки текстовой информации, фото-, видео-, аудио- и другую цифровую информацию, антивирусное и шифровальное программное обеспечение.

После того как оценка рисков завершена, необходимо разработать программу дистанционного аудита. Нужно учитывать, что планирование удаленного аудита гораздо сложнее, чем выездного аудита: необходимо не только правильно сформировать аудиторскую выборку, но и оценить, какими аудиторскими процедурами возможно достичь цели аудита, учитывая существующий уровень технического и цифрового развития проверяемой организации.

При планировании удаленного аудита важно ориентироваться на используемую видеоплатформу и обеспечить получение учетных данных для прохождения процедуры идентификации. Необходимо выделять время для входа на видеоплатформу и проверки наличия доступа к видео, работающих динамиков и микрофонов.

Далее, как правило, до даты выездного аудита аудитор запрашивает обзор политики, документированных процедур и иных документов, подтверждающих внедрение и функционирование СМК, и эти документы предоставляются в ходе собеседования. В процессе планирования дистанционного аудита проще запросить эти документы до даты аудита, чтобы предоставить аудитору время для просмотра документов. Это также экономит время как для аудитора, так и для аудируемой организации.

При проведении оценки СМК необходимо организовать достоверную передачу информации посредством онлайн-записи или заранее снятых операций и процессов. И в том, и в ином случае также возникают дополнительные риски, вызванные технологическими особенностями, уровнем шума и, конечно, человеческим фактором (как лица, который осуществляет съемку, так и персонала, участвующего в выполнении процессов).

В среде удаленного аудита необходимо специальное планирование резервного копирования на случай сбоя видеоплатформы или выхода из строя Wi-Fi; в основном, если цели аудита не могут быть достигнуты.

Важным элементом проведения дистанционных аудитов является эргономика, которую многие аудиторы не учитывали при выездных проверках. Важно создавать перерывы в течение дня как для аудитора, так и для проверяемого.

Отвечая на вопрос: дистанционный аудит – это временная мера или технология будущего, можно отметить, что распространение цифровизации бизнес-процессов будет все больше переводить аудиторскую деятельность в дистанционный формат, но очевидно, что целиком дистанцироваться от объектов проверок и целиком автоматизировать экспертную деятельность нельзя. Необходимо обеспечить баланс между традиционным и дистанционным аудитом.

Для испытательных лабораторий установлен следующий режим проведения проверки компетентности в течение 5 лет: через 2 года – через 2 года – через 1 год. В этом случае первые две проверки могут быть проведены дистанционно с учетом всех особен-

ностей, а финальная проверка в обязательном порядке должна проводиться с выездом экспертной группы.

Заключение

Анализ научных работ российских и зарубежных авторов показал, что вопрос внедрения ДА на российских предприятиях еще недостаточно изучен, а опыт зарубежных коллег необходимо адаптировать к условиям российского законодательства и специфике деятельности российских предприятий.

В статье сформулированы особенности проведения ДА и определено факторное пространство внедрения ДА. Предложены подходы для выявления возможностей проведения ДА в испытательной лаборатории на основе оценки результативности системы менеджмента качества лаборатории. Разработана программа ДА при проверке компетентности испытательной лаборатории с использованием цифровых технологий.

Определены ключевые риски использования цифровых технологий при проведении ДА. Отмечено, что в целом процесс удаленного аудита может быть успешным за счет тщательного планирования, применения риск-ориентированного подхода и успешной коммуникации между всеми участниками аудита. Выделен этап планирования ДА, как наиболее значимый для обеспечения достижения целей аудита, приведены основные задачи, которые должны быть решены на данном этапе.

В качестве развития рассматриваемых вопросов можно предложить создание единой платформы для проведения ДА, что позволит избежать проблемы неполной информации и несовместимости данных. На законодательном уровне остается задача разработки нормативных документов, определяющих возможность проведения ДА, в том числе с использованием цифровых технологий (блокчейн), и отражающих особенности организации процедуры, порядка взаимодействия аудиторской группы и проверяемой организации, составления отчетных документов и их подписание электронной подписью, оценка компетентности лиц, привлекаемых к процедуре ДА.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Азовцева К., Горлов А. Внутренний аудит во времена неопределенности // Внутренний аудитор. 2022. № 1 (17). С. 28–33.
2. Особенности дистанционного аудита систем менеджмента качества в современных условиях / Н. Ю. Изварина, Р. О. Реутова, Р. А. Бондарев, С. С. Зубарев // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 10–1 (80). С. 146–149. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-10-1-146-149
3. Хаценко А. Н., Машенцева Г. А., Предеус Н. В. Методический подход к проведению дистанционного аудита системы менеджмента качества (СМК) организации // Московский экономический журн. 2021. № 4. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10198
4. Orlova Yu. A., Repina I. B., Chudnova O. A. Production Status and Management Systems Audit: Training of Auditors in PostCovid, Kompetentnost' // Competency (Russia). 2021. № 9–10. P. 9–13. DOI: 10.24412/1993 878020219-09-13
5. Vaatwah S. R., Al-Ansi A. A. Dataset for understanding the effort and performance of external auditors during the COVID-19 crisis: A remote audit analysis // Data in Brief. 2022. Vol. 42. P. 108119. DOI: 10.1016/j.dib.2022.108119
6. Castka P., Searcy C. Audits and COVID-19: A paradigm shift in the making // Business Horizons. 2021. DOI: 10.1016/j.bushor.2021.11.003
7. Opportunities and challenges in the new innovation landscape: Implications for innovation auditing and innovation management / J. Frishammar, A. Richtner, A. Brattström, M. Magnusson, J. Björk // European Management J. 2019. Vol. 37, iss. 2. P. 151–164. DOI: 10.1016/j.emj.2018.05.002
8. The new nuts and bolts of auditing: Technological innovation in inventorying inventory / A. D. Gross, J. Hoelscher, B. J. Reed, G. E. Sierra // J. of Accounting Education. 2020. Vol. 52. P. 100679. DOI: 10.1016/j.jaccedu.2020.100679
9. Effectiveness of cybersecurity audit / S. Slapničar, T. Vuko, M. Čular, M. Drašček // International J. of Accounting Information Systems. 2022. Vol. 44. P. 100548. DOI: 10.1016/j.accinf.2021.100548
10. Ghoubach I. E., Abbou R. B., Mrabti F. A secure and efficient remote data auditing scheme for cloud storage // J. of King Saud University – Computer and Information Sciences. 2019. Vol. 33, iss. 5. P. 593–599. DOI: 10.1016/j.jksuci.2019.02.011
11. Dredas: Decentralized, reliable and efficient remote outsourced data auditing scheme with blockchain smart contract for industrial IoT / K. Fan, Z. Bao, M. Liu, A. V. Vasilakos, W. Shi // Future Generation Computer Systems. 2020. Vol. 110. P. 665–674. DOI: 10.1016/j.future.2019.10.014
12. Blockchain-based public auditing for big data in cloud storage / J. Li, J. Wu, G. Jiang, T. Srikanthan // Information Processing & Management. 2020. Vol. 57, iss. 6. P. 102382. DOI: 10.1016/j.ipm.2020.102382
13. Kalluri R. K., Guru C. V. An effective analytics of third party auditing and Trust architectures for integrity in cloud environment // Materials Today: Proceedings. 2021. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.03.312
14. A survey on blockchain-based integrity auditing for cloud data / H. Han, S. Fei, Z. Yan, X. Zhou // Digital Communications and Networks. 2022. DOI: 10.1016/j.dcan.2022.04.036
15. Improving the quality management system of goods and serviced based on the blockchain concept implementation and quality assessment in the digital economy / A. Yakovlev, A. Chernikova, M. Livintsova, T. Lebedeva // E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019. 2019. P. 03082.

16. Valdokhina S. I. Analysis of methodological approaches to assessing the effectiveness of the quality management system (QMS) // IOP Conf. Series Earth and Environmental Science 341(1):012221 Nov. 2019. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012221
17. Statistical Analysis of the Problems Related to Centralization of Quality Management at Russian Enterprises / A. Khatsenko, A. Gugelev, G. Mashentseva, Z. Kostina // Quality – Access to Success. 2017. Vol. 18, iss. 159. P. 54–57.
18. Kuzmina S. N., Chernikova A. V., Astrakhanceva A. L. Feasibility and Prospects for the Use of Digital Technologies in the Audit of a Testing Laboratory // Proceedings of the International Conf. on Information Processes and Systems Development and Quality Assurance. St Petersburg, March 22, 2023.
19. Кузьмина С. Н. Обеспечение качества и риски в деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса // Петерб. экономический журн. 2018. № 3. С. 122–131. DOI: 10.25631/PEJ.2018.3.15

References

1. Azovtseva K., Gorlov A. Internal audit in times of uncertainty. Internal Auditor. 2022, no. 1 (17), pp. 28–33.
2. Izvarina N. Yu., Reutova R. O., Bondarev R. A., Zubarev S. S. Features of remote audit of quality management systems in modern conditions. Economics and Business: theory and practice. 2021, no. 10–1 (80), pp. 146–149. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-10-1-146-149
3. Khatsenko A. N., Mashentseva G. A., Ppredius N. V. Methodological approach to conducting a remote audit of the quality management system (QMS) of the organization. Moscow Economic Journal. 2021, no. 4. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10198
4. Orlova Yu. A., Repina I. B., Chudnova O. A. Production Status and Management Systems Audit: Training of Auditors in PostCovid, Kompetentnost'. Competency (Russia). 2021, no. 9–10, pp. 9–13. DOI: 10.24412/1993 8780 2021 9-09-13
5. Baatwah S. R., Al-Ansi A. A. Dataset for understanding the effort and performance of external auditors during the COVID-19 crisis: A remote audit analysis. Data in Brief. 2022, vol. 42, p. 108119. DOI: 10.1016/j.dib.2022.108119
6. Castka P., Searcy C. Audits and COVID-19: A paradigm shift in the making. Business Horizons. 2021. DOI: 10.1016/j.bushor.2021.11.003
7. Frishammar J., Richtnér A., Brattström A., Magnusson M., Björk J. Opportunities and challenges in the new innovation landscape: Implications for innovation auditing and innovation management. European Management Journal. 2019, vol. 37, iss. 2, pp. 151–164. DOI: 10.1016/j.emj.2018.05.002
8. Gross A. D., Hoelscher J., Reed B. J., Sierra G. E. The new nuts and bolts of auditing: Technological innovation in inventorying inventory. Journal of Accounting Education. 2020, vol. 52, p. 100679. DOI: 10.1016/j.jaccedu.2020.100679
9. Slapničar S., Vuko T., Čular M., Drašček M. Effectiveness of cybersecurity audit. International Journal of Accounting Information Systems. 2022, vol. 44, p. 100548. DOI: 10.1016/j.accinf.2021.100548
10. Ghoubach I. E., Abbou R. B., Mrabti F. A secure and efficient remote data auditing scheme for cloud storage. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. 2019, vol. 33, iss. 5, pp. 593–599. DOI: 10.1016/j.jksuci.2019.02.011
11. Fan K., Bao Z., Liu M., Vasilakos A. V., Shi W. Dredas: Decentralized, reliable and efficient remote outsourced data auditing scheme with blockchain smart contract for industrial IoT. Future Generation Computer Systems. 2020, vol. 110, pp. 665–674. DOI: 10.1016/j.future.2019.10.014

12. Li J., Wu J., Jiang G., Srikanthan T. Blockchain-based public auditing for big data in cloud storage. *Information Processing & Management*. 2020, vol. 57, iss. 6, p. 102382. DOI: 10.1016/j.ipm.2020.102382
13. Kalluri R. K., Guru C. V. An effective analytics of third party auditing and Trust architectures for integrity in cloud environment. *Materials Today: Proceedings*. 2021. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.03.312
14. Han H., Fei S., Yan Z., Zhou X. A survey on blockchain-based integrity auditing for cloud data. *Digital Communications and Networks*. 2022. DOI: 10.1016/j.dcan.2022.04.036
15. Yakovlev A., Chernikova A., Livintsova M., Lebedeva T. Improving the quality management system of goods and serviced based on the blockchain concept implementation and quality assessment in the digital economy. *E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019*. 2019, p. 03082.
16. Valdokhina S. I. Analysis of methodological approaches to assessing the effectiveness of the quality management system (QMS). *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 341(1):012221 November 2019. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012221
17. Khatsenko A., Gugelev A., Mashentseva G., Kostina Z. Statistical Analysis of the Problems Related to Centralization of Quality Management at Russian Enterprises. *Quality – Access to Success*. 2017, vol. 18, iss. 159, pp. 54–57.
18. Kuzmina S. N., Chernikova A. V., Astrakhanceva A. L. Feasibility and Prospects for the Use of Digital Technologies in the Audit of a Testing Laboratory. *Proceedings of the International Conference on Information Processes and Systems Development and Quality Assurance*. St Petersburg, March 22, 2023.
19. Kuzmina S. N. Quality assurance and risks in the activities of enterprises of the military-industrial complex. *St Petersburg Economic Journal*. 2018, no. 3, pp. 122–131. DOI: 10.25631/PEJ.2018.3.15

Статья поступила в редакцию 15.02.2023 г., принята к публикации после рецензирования 10.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 15.02.2023, accepted for publication after reviewing on 10.03.2023, published online on 30.03.2023.

Петербургский экономический журнал. 2023. № 1. С. 95–103
St Petersburg Economic Journal. 2023, no. 1, pp. 95–103

Научная статья
УДК 65.011.04

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХОМСКОГО В СТРУКТУРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И РАСЧЕТЕ ЧИСЛЕННОСТИ АВИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

APPLICATION OF CHOMSKY METHOD IN STRUCTURAL MODELLING AND CREATION OF AIRCRAFT MAINTENANCE STAFFING

Игорь Владимирович ПОДДУБНЫЙ

аспирант, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, Авиационный технический центр ОАО АК «Уральские Авиалинии», i.poddubniy@u6.ru

I. V. PODDUBNIY

post-graduate student of the Samara National Research University named after Academician S. P. Koroleva, Aviation technical centre of Ural Airlines, i.poddubniy@u6.ru

Аннотация. Автор рассматривает деятельность современных авиационных технических центров, которые предлагают такие услуги как послепродажное техническое обслуживание авиационной техники. Особенность их деятельности в том, что они имеют довольно сложную производственную структуру. Для обслуживания их систем производственного планирования необходимы высококвалифицированные технические специалисты различных специальностей. Особенностью эксплуатационных авиационно-технических предприятий является сингулярность производственных процессов, а именно планирование, выполнение, мониторинг и внесение корректив. Эти четыре стадии цикла обслуживания должны учитывать такие факторы: расписание полетов, время технического обслуживания, необходимость выполнения различных доработок по директивам регламента, внесения изменений в полный цикл процессов деятельности предприятия. В приведенной работе автор впервые предлагает метод структурного моделирования авиационного технического центра, специализирующегося на послепродажном техническом обслуживании авиационной техники, основанный на методе порождающей грамматики Хомского. Предложенный метод может послужить основанием для программирования процессов планирования производства технического обслуживания авиационной техники, оперативного перераспределения инженерно-технического персонала подразделений внутри предприятия без изменения штатного расписания производственных цехов и с высокой точностью определять требуемую численность технического персонала для проектируемых структур подразделений.

Ключевые слова: *авиационный технический центр, авиационная техника, воздушное судно, авиационный персонал, метод Хомского, структурное моделирование, математическая модель, порождающая грамматика и алфавит*

Annotation. *The author examines the activities of modern aviation technical centers, which offer such services as after-sales maintenance of aviation equipment. The peculiarity of their activity is that they have quite a complex production structure. Highly qualified technical specialists of different specialties are necessary for maintenance of their production planning systems. The peculiarity of operational aircraft maintenance enterprises is the singularity of production processes, namely: planning, execution, monitoring and making adjustments. These four stages of the maintenance cycle must take into account such factors as flight schedules, maintenance time, the need to perform various revisions to the directives of the regulations, making changes in the complete cycle of the enterprise processes. In this article the author for the first time proposes a structural modeling method for an aviation technical center specializing in after-sales maintenance of aircraft and aviation equipment, based on the Chomsky generative grammar method. The proposed method can serve as the basis for programming the processes of planning the production of maintenance of aviation equipment, the operational redistribution of engineering and technical personnel of departments within the enterprise without changing the staffing of production shops and to determine with high accuracy the required number of technical personnel for the designed structures of departments.*

Keywords: *aviation technical center, aviation technology, aircraft, aviation personnel, Chomsky method, structural modeling, mathematical model, generative grammar and alphabet*

Введение

Современные авиационные технические центры (АТЦ), специализирующиеся на послепродажном техническом обслуживании авиационной техники, имеют довольно сложные производственные структуры [1], системы производственного планирования и периодически испытывают потребность в высококвалифицированных технических специалистах различных специальностей. Особенностью эксплуатационных авиационно-технических предприятий является стохастичность организации производственных процессов и их планирования, а именно в строгих рамках расписания полетов во время технического обслуживания (ТО) воздушных судов между рейсами выявляются различные дефекты, время и трудоемкость устранения которых не всегда возможно спрогнозировать [2, 3]; при

массовом обслуживании авиационной техники (АТ) в рамках заранее запланированных ограниченных простоев для выполнения регламентных работ большое влияние на соблюдение графиков ТО оказывает необходимость выполнения различных доработок по директивам летной годности и бюллетеням, выпускаемым за рамками регламента, разовых проверок по результатам расследования внезапных отказов систем и агрегатов, а также выявление повреждений конструкции воздушного судна (ВС) [4], требующих трудоёмкой организации доступа к элементам конструкции, применения специального оборудования и инструмента. Нередко трудоемкость таких работ достигает объема запланированных регламентных работ. Рост производства требует постоянной корректировки штатного расписания, которое должно учитывать профессиональную подго-

товку авиационных специалистов, виды работ, особенности их выполнения в конкретном предприятии (условия внешней среды, техническая оснащенность, наличие развитой инфраструктуры). Учет такого большого количества факторов при расчете необходимого количества квалифицированного персонала различных специальностей с использованием метода расчета штатной численности из расчета планируемого объема работ, поделенного на норму, несет приблизительный характер. Особенно сложно спланировать расписание ТО при постоянно изменяющемся расписании полетов ВС в цехах со сменным характером работы при неизменной численности персонала [4, 5]. При сезонных изменениях графиков полетов и возникновении форс-мажорных ситуаций вопрос перепланирования работ стоит особенно остро. Использование ручных методов планирования приводит к ошибкам в расчете численности потребного количества специалистов в производственных подразделениях АТЦ, как итог, к несоблюдению планов простоев АТ на ТО и снижению регулярности полетов.

Методы исследования

Внедрение искусственного интеллекта [6, 7] в системы послепродажного обслуживания АТ становится важным элементом развития авиационных технических центров, так как это прямым образом влияет на повышение качества ТО, снижение его стоимости и соблюдение существующих стандартов. Разработка математических моделей, основанных на существующих математических методах [8, 13–15], позволяет решать такие задачи, одной из которых является структурное моделирование подразделений АТЦ с целью определения потребной штатной численности авиационного персонала на этапах проектирования подразделения и дальнейшей корректировки численности внутри цехов в случае изменения вводных данных при планировании производства. Метод порождающей грамматики Хомского удобен для построения таких моделей, т. к. он позволяет преобразовать естественный язык, на котором написаны технологии и регламент ТО АТ, в формальный язык, который впослед-

ствии возможно использовать для создания программ, автоматизирующих процессы расчета численности инженерно-технического авиационного персонала в подразделениях АТЦ и планирования технического обслуживания.

Результаты и дискуссия

Основой для планирования ТО АТ и расчета потребной численности авиационного технического подразделения для выполнения каких-либо работ являются технологические карты разработчика (рис. 1) авиационной техники, соотносимые с программами технического обслуживания [9] и адаптируемые АТЦ под условия предприятия.

Анализ технологической карты показывает содержание перечня работ, требуемых к выполнению одним или несколькими исполнителями за время t .

Все выделенные работы можно разбить на составляющие процессы, пространственно-временные конфигурации [10], обладающие свойствами времени и описанными на естественном языке, и описать как единичные законченные процедуры, последовательное объединение которых преобразуется в технологию ТО ВС (табл. 1).

Для преобразования процедур и процессов в математический аппарат используем алфавит $\mathcal{L} \cup (N, V)$, необходимый для построения «буквосочетаний» l , – объединение индексов таким образом, чтобы они образовывали неразрывные последовательные цепочки. Для преобразования используем порождающую грамматику Хомского [11]:

$$G = (N, V, S, P). \quad (1)$$

В качестве нетерминального алфавита будем использовать категории процессов, описанные выше (процессы обслуживания, мышления, получения информации, принятия решения и т. д.), к терминалам отнесем названия конкретных процедур (осмотр, поиск, измерение, идентификация и т. д.), применяемых при определенных работах и описанных в технологических картах [10].

Нетерминальный алфавит:

$$N = \{\langle In \rangle, \langle Th \rangle, \langle Pr \rangle, \langle D \rangle, \langle W \rangle, \langle M \rangle\}. \quad (2)$$

Терминальный алфавит включит в себя транскрипции процедур, описанных в табл. 1:

AIRBUS	JOB CARD	REV DATE: Feb 01/2022
	AMM - SVR - A318/A319/A320/A321	TASK: 21-52-31-000-001-A 21-52-31-04 CONF 00
Tail Number - MSN - FSN: VP-BMF - 03711 - 1253	TITLE: 21-52-31-000-001-A - Removal of the Reheater	

	MECH.	INSP.
<p>NOTE: The retaining cables (18) and (27) will twist, if you do not hold the hexagonal part of the retaining cables (18) and (27).</p> <p>(4) Disconnect the retaining cables (18) and (27).</p> <p>(5) Remove the screw of the clamps (35), and bend the clamps (35) carefully to remove them.</p> <p>(6) Remove the sleeves (17) and (26) from the flanges (15) and (29):</p> <p>(a) Turn the sleeves (17) and (26) when you disconnect them.</p> <p>(7) Remove the nut (8), the washer (9) and the screw (11) and disconnect the bonding strap (10).</p> <p>(8) Remove the clamp (22).</p> <p>(9) Remove the nuts (4) and the washers (5).</p> <p>(10) Hold the reheater (12):</p> <p>(a) Remove the bolts (7) and the bushings (6).</p> <p>(b) Disconnect the support rods (77) and (81) and remove the reheater (12) from the aircraft.</p> <p>(11) Remove and discard the seals (16) and (28), and the packing (23).</p> <p>(12) Put the PLUG-BLANKING in each disconnected line end.</p> <p>SUBTASK 21-52-31-020-052-A B. Removal of the Attachment Components Ref. Fig. Attachment Components - Reheater</p> <p>(1) Record the positions of the support rods to use in the Installation procedure.</p> <p>(2) Hold the support rods (77) and (81) and remove the nuts (4), washers (5), bolts (7) and bushings (6).</p>		

Рис. 1. Часть технологической карты замены теплообменника в подразделениях АТЦ «Уральские Авиалинии»

Fig. 1. Job card part of removal of the reheater at Ural Airlines ATC shops

$$V = \left\{ \begin{array}{l} \langle vi \rangle, \langle re \rangle, \langle de \rangle, \langle me \rangle, \langle id \rangle, \langle a \rangle, \langle e \rangle, \\ \langle du \rangle, \langle tb \rangle, \langle pr \rangle, \langle n \rangle, \langle mel \rangle, \langle r \rangle, \\ \langle crs \rangle, \langle rp \rangle, \langle d \rangle, \langle as \rangle, \langle f \rangle, \langle p \rangle \end{array} \right\}. \quad (3)$$

Аксиома S – «обслуживание» M.

В результате последовательной подстановки индексов создается язык – множество всех выводимых из аксиомы грамматики терминальных цепочек:

$$\langle M \rangle \rightarrow \langle In \rangle \langle Th \rangle \langle D \rangle \langle Pr \rangle \langle W \rangle \langle Pr \rangle \langle Th \rangle \langle D \rangle, \quad (4)$$

которые позволяют организовать обслуживание как единичного элемента системы, так и всей зоны, и всего расписания полетов ВС.

Модель ТО элемента ВС:

$$\langle \ell_1 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle \quad (5)$$

– элемент исправен;

$$\langle \ell_2 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \quad (6)$$

– элемент неисправен;

Табл. 1. Описание процессов
Tab. 1. Description of processes

Описание процесса	Название процедуры		Индекс
Получение информации об объекте	In	Осмотр	vi
		Поиск	re
		Нахождение	de
		Измерение	me
Процесс мышления	Th	Идентификация	id
		Оценка	a
		Оценивание	e
Обеспечение работ	Pr	Транспортировка со склада (инструмента, запчастей, материалов)	bu
		Транспортировка на склад (инструмента, запчастей, материалов)	tb
		Подготовка (обеспечение доступа, вывешивание, подъем и др.)	pr
		Уборка (закрытие доступа, уборка оборудования)	n
Принятие решения	D	Перенос времени устранения дефекта	mel
		Отклонение	r
		Выпуск сертификата	crs
Выполнение работы	W	Восстановление (регулировка, смазка, подтяжка, др.)	rp
		Демонтаж	d
		Монтаж	as
		Переход	p
Обслуживание	M		

$$\langle \ell_3 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \langle pr \rangle \langle bu \rangle \langle d \rangle \langle as \rangle \langle n \rangle \langle tb \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle \quad (7)$$

– ТО элемента ВС с его отбраковкой и заменой на исправный;

$$\langle \ell_4 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \langle e \rangle \langle pr \rangle \langle bu \rangle \langle rp \rangle \langle n \rangle \langle tb \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle \quad (8)$$

ТО и восстановление элемента ВС;

$$\langle \ell_5 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \langle e \rangle \langle mel \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle \quad (9)$$

– ТО и допуск элемента к эксплуатации с ограничениями.

Итоговая модель, описывающая порождающую грамматику:

$$G = \left(\begin{array}{l} N = \{ \langle In \rangle, \langle Th \rangle, \langle Pr \rangle, \langle D \rangle, \langle W \rangle, \langle M \rangle \}; \\ V = \left\{ \langle vi \rangle, \langle re \rangle, \langle de \rangle, \langle me \rangle, \langle id \rangle, \langle a \rangle, \langle e \rangle, \langle du \rangle, \langle tb \rangle, \langle pr \rangle, \langle n \rangle, \langle mel \rangle, \langle r \rangle, \right. \\ \left. \langle crs \rangle, \langle rp \rangle, \langle d \rangle, \langle as \rangle, \langle f \rangle, \langle p \rangle \right\} \\ M; \\ \left\{ \begin{array}{l} \langle M \rangle \rightarrow \langle In \rangle \langle Th \rangle \langle D \rangle \langle Pr \rangle \langle W \rangle \langle Pr \rangle \langle Th \rangle \langle D \rangle; \\ \langle \ell_1 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle; \\ \langle \ell_2 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle; \\ \langle \ell_3 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \langle pr \rangle \langle bu \rangle \langle d \rangle \langle as \rangle \langle n \rangle \langle tb \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle; \\ \langle \ell_4 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \langle e \rangle \langle pr \rangle \langle bu \rangle \langle rp \rangle \langle n \rangle \langle tb \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle; \\ \langle \ell_5 \rangle \rightarrow \langle vi \rangle \langle re \rangle \langle de \rangle \langle me \rangle \langle id \rangle \langle a \rangle \langle r \rangle \langle e \rangle \langle mel \rangle \langle crs \rangle \langle p \rangle. \end{array} \right. \end{array} \right) \quad (10)$$

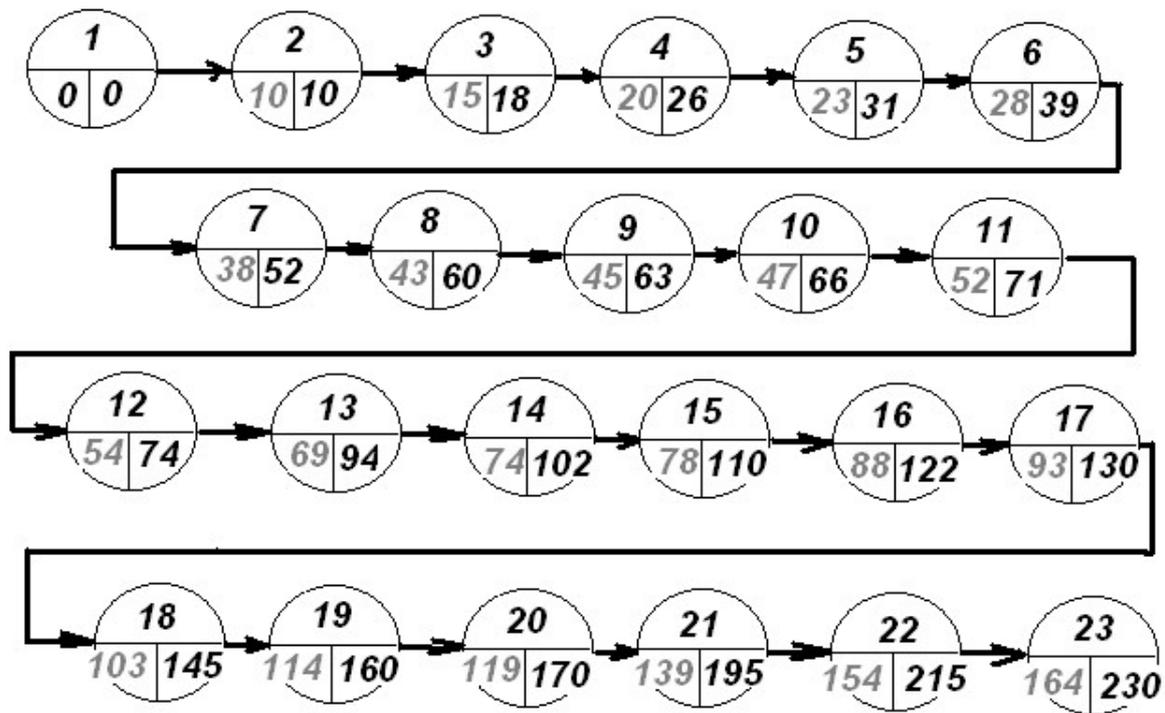


Рис. 2. Пример сетевой модели планирования выполнения Daily-check в подразделениях АТЦ «Уральские Авиалинии» для одного специалиста

Fig. 2. Example of planning network model for Daily-check performance at Ural Airlines ATC shops for one mechanic

При использовании данной модели мы получаем язык, который дает множество $L(G)$ выводимых цепочек для описания технологических процессов при организации технического обслуживания АТ.

Как отмечалось выше, каждый индекс в табл. 1 является функцией времени t . Это значит, что выполнение процедуры будет производиться за время, которое зависит от ряда факторов: количество исполнителей, квалификация исполнителей, уровень механизации, уровень программного обеспечения, условия внешней среды. Для различного количества исполнителей работ строится своя сетевая модель, как в случае с одним специалистом (рис. 2) [10]. Для каждого предприятия результаты применения модели организации ТО будут разными, т. к. должен быть учтен коэффициент производственных потерь k [12]. Данный коэффициент будет влиять на время выполнения работ: в идеальном случае при $k = 0$ время ТО будет минимальным, при максимальном значении k время ТО будет, соответственно, максимальным.

В качестве примера время t_{Dc} обслуживания ВС по суточной форме ТО Daily-check в АТЦ «Уральские Авиалинии» показано в табл. 2. Для расчета потребного количества численности в подразделении принимается ожидаемое (осредненное) время, равное сумме t_v выполнения всех операций, при k конкретного предприятия.

Различное количество специалистов зависит от расписания полетов и количества ВС, обслуживаемых технической организацией, от вида и количества работ, заказываемых оператором воздушных судов (рис. 3).

Заключение

На основании расчетных данных вариантов времени выполнения работ и планируемого расписания полетов ВС, а соответственно времени простоя на ТО, становится возможным рассчитать потребное количество инженерно-технического персонала. Квалификация персонала определяется методом теоретико-множественного представления организационной структуры АТЦ [13].

Табл. 2. Расчетное время выполнения Daily-check на ВС в зависимости от количества исполнителей
 Tab. 2. Predicted time of Daily-check for aircraft against quantity of mechanics

№ варианта	Количество специалистов	Минимальное время $t_{Dc} \min = \sum_0^n t_v$	Максимальное время $t_{Dc} \max = \sum_0^n t_v$	Ожидаемое время $t_{Dc} = \sum_0^n t_v$
1	1	164	230	190 мин (3 ч 10')
2	2	72	93	82 мин (1 ч 22')
	Техник 1	72	93	82
	Техник 2	41	61	51
3	3	50	71	61 мин (1 ч)
	Техник 1	50	71	61
	Техник 2	43	61	52
	Техник 3	36	47	41

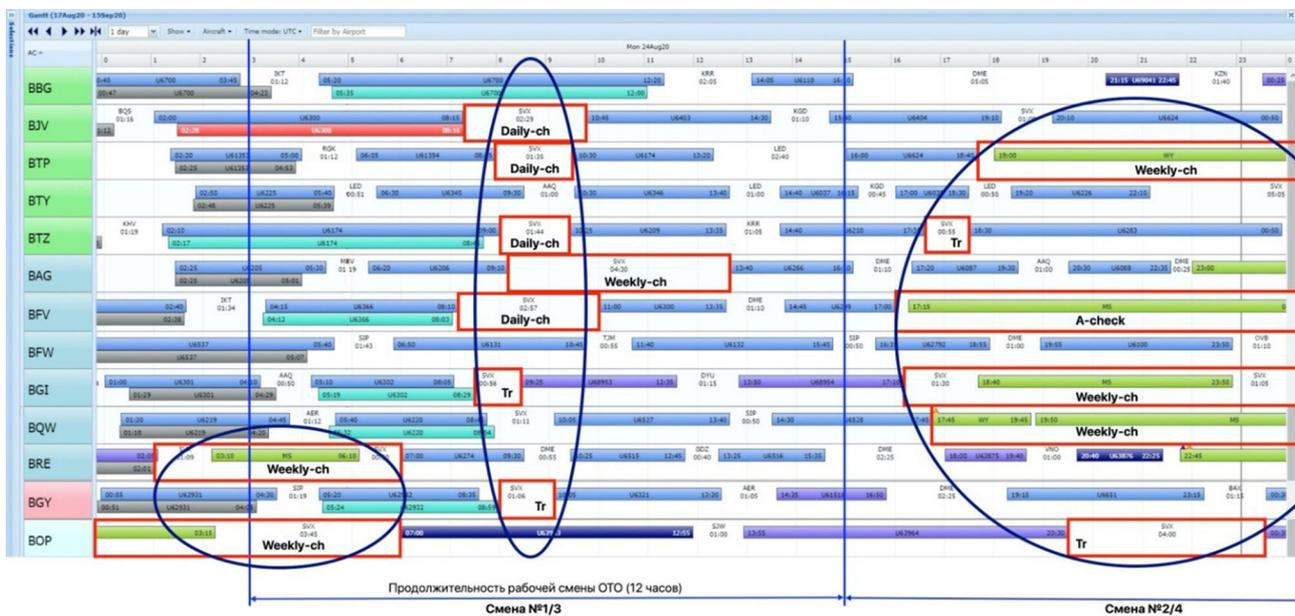


Рис. 3. Пример расписания полетов за сутки
 Fig. 3. Example of flight schedule for one day

Использование структурного моделирования, основанного на методе Хомского, позволяет программировать производственные процессы и в значительной мере упростить планирование работ и расчет необходимого количества персонала в производственных

подразделениях, что уже реализовано на базе программы AMOS в АТЦ авиакомпании «Уральские Авиалинии». Данный метод возможно также использовать и в деятельности других предприятий отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Далецкий С. В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации: монография. М.: Воздушный транспорт, 2005. 416 с.
2. Каноненко А. Ф., Халезов А. Д., Чумаков В. В. Принятие решений в условиях неопределенности. М.: МЦ АН СССР, 1991. 211 с.

3. Ковалев М. А., Поддубный И. В. Проблемы технического обслуживания современных воздушных судов // Вестн. Самар. ун-та. 2019. Т. 18, № 2. С. 138–145.
4. Далецкий С. В., Деркач О. Я., Петров А. Н. Эффективность технической эксплуатации самолетов гражданской авиации: воздушный транспорт. М.: Воздушный транспорт, 2002. 216 с.
5. Типовые нормативы численности работников эксплуатационных предприятий гражданской авиации: утв. 20/V.1974 г. / М-во гражд. авиации СССР. М.: [б. и.], 1975. 307 с.
6. Потапов А. С. Искусственный интеллект и универсальное мышление: учеб. пособие. СПб.: Политехника, 2012. 771 с.
7. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. 4-е изд. М.–СПб.–Киев: Вильямс, 2007. 1152 с.
8. Программа технического обслуживания воздушных судов ОАО АК «Уральские Авиалинии» ревизия 31 от 09.10.2018 г.
9. Устенко А. У. Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем. М.: Просвещение, 2000. 287 с.
10. Управление движением и навигация летательных аппаратов: сб. тр. XXIII Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов. Самара, 17–18 июня 2020 г.
11. Белоусов А. И., Ткачев С. Б. Дискретная математика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015.
12. Чечевицына Л. Н, Хачадурова Е. В. Экономика организации: учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2017. 382 с.
13. Теоретико-множественное представление организационной структуры авиационного технического центра. URL: <https://journals.eco-vector.com/1990-5378/article/view/88207> (дата обращения: 15.02.2023).
14. Кузьмина С. Н. Обеспечение качества и риски в деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса // Петерб. экономический журн. 2018. № 3. С. 122–131.
15. Губайдуллина Э. Э. Основные особенности предприятий оборонно-промышленного комплекса // Современные проблемы экономического и социального развития: межвуз. сб. науч. тр. / под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Ю. В. Ерыгина. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2013. Вып. 6. С. 8–9.

References

1. Daletsky S. V. Formation of operational and technical characteristics of civil aviation aircraft: monograph. M., Air transport, 2005, 416 p.
2. Kanonenko A. F., Khalezov A.D., Chumakov V. V. Decision-making in conditions of uncertainty. M., MC of the USSR Academy of Sciences, 1991, 211 p.
3. Kovalev M. A. Poddubny I. V. Problems of maintenance of modern aircraft. Bulletin of Samara University. 2019, vol. 18, no. 2, pp. 138–145.
4. Daletsky S. V., Derkach O. Ya., Petrov A. N. Efficiency of technical operation of civil aviation aircraft: air transport. M., Air transport, 2002, 216 p.
5. Standard standards for the number of employees of operational enterprises of civil aviation: Approved 20/V.1974. M-in civil. aviation of the USSR. M., [B. I.], 1975, 307 p.
6. Potapov A. S. Artificial intelligence and universal thinking: a textbook. St Petersburg, Polytechnic, 2012, 771 p.
7. Giarratano J., Riley G. Expert systems: principles of development and programming: 4th edition. M.–St Petersburg–Kiev, Williams, 2007, 1152 p.

8. Aircraft maintenance program of JSC AK Ural Airlines, revision 31 dated 09.10.2018.
9. Ustenko A. U. Fundamentals of mathematical modeling and algorithmization of the processes of functioning of complex systems. M., Prosveshchenie, 2000, 287 p.
10. Motion control and navigation of aircraft: Proceedings of the XXIII All-Russian Seminar on Motion Control and Navigation of Aircraft. Samara, June 17–18, 2020.
11. Belousov A. I., Tkachev S. B. Discrete Math. Publishing house of MSTU im. N. E. Bauman, 2015.
12. Lechevitsyna L. N., Khachadurova E. V. Economics of organization: textbook. Rostov n/D, Phoenix, 2017, 382 p.
13. Set-theoretic representation of the organizational structure of the aviation technical center. URL: <https://journals.eco-vector.com/1990-5378/article/view/88207> (accessed: 15.02.2023).
14. Kuzmina S. N. Quality assurance and risks in the activities of enterprises of the military-industrial complex. Petersburg Economic Journal. 2018, no. 3, pp. 122–131.
15. Gubaidullina E. E. The main features of the enterprises of the military-industrial complex. Modern problems of economic and social development: interuniversity. Sat. scientific tr. Under total ed. Dr. Econ. sciences, prof. Yu. V. Erygina. Krasnoyarsk, Sib. state aerospace un-t, 2013, iss. 6, pp. 8–9.

Статья поступила в редакцию 28.02.2023 г., принята к публикации после рецензирования 25.03.2023 г., опубликована онлайн 30.03.2023 г.

The article was submitted on 28.02.2023, accepted for publication after reviewing on 25.03.2023, published online on 30.03.2023.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Статья должна соответствовать профилю издания, одному из его тематических разделов (рубрик) и направлений.

1. Оформление текста статьи:

- поля со всех сторон – 2,5;
- ориентация – книжная А4;
- интервал – 1,15;
- шрифт – 12 Times New Roman.
- Объем статьи – до 1 авторского листа (40 000 знаков с пробелами, без учета аннотации, ключевых слов и списка литературы).
- Необходимо указать УДК (в верхнем левом углу).

2. **Заголовок статьи** должен кратко (рекомендуется не более 10 слов) и точно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В него необходимо вложить как информативность, так и привлекательность, уникальность научного творчества автора. Приводится на русском языке, прописными буквами, полужирным шрифтом.

Через строку указываются инициалы и фамилия автора (полужирным шрифтом, выравнивание по правому краю); краткая информация об авторе: место работы (полное официальное наименование организации), город, страна, контактный e-mail (курсивным шрифтом, выравнивание по правому краю). В случае если статья написана группой авторов, через строку указываются инициалы и фамилия следующего автора и краткая информация о нем. Кроме того, указывается автор, который является контактным лицом по вопросам, связанным с публикацией статьи. Приводятся на русском языке.

3. **Аннотация** должна в краткой форме содержать описание следующих составных частей, представленных в статье:

- Введение.
- Методы исследования.
- Результаты и дискуссия.
- Заключение.

Аннотация должна отражать все основные методы исследования, полученные результаты и сформулированные выводы так, чтобы читатель мог получить представление о них даже без обращения к основному тексту.

Обращаем внимание, что в аннотации не допускается указывать ссылки на источники. Нельзя использовать сокращения и аббревиатуры.

Рекомендуемый объем – 150–250 слов.

4. **Ключевые слова** являются поисковым образом научной статьи. В связи с этим они должны отражать основные положения, достижения, результаты, терминологию научного исследования. Не рекомендуется включение универсальных ключевых слов: «анализ», «гипотеза», «исследование» и т. д. Заголовок «Ключевые слова» пишется без отступа по левому краю, полужирным шрифтом. Сами ключевые слова приводятся через запятую, после последнего слова точка не ставится.

Рекомендуемое количество ключевых слов – 5–10. Приводятся на русском и английском языках.

5. Далее без отступа приводятся следующие сведения: ссылка для цитирования, конфликт интересов и дата принятия, опубликования статьи.

6. В той же последовательности на английском языке приводятся предыдущие сведения (заголовок статьи, автор, аннотация, ключевые слова, ссылка для цитирования, конфликт интересов и дата принятия, опубликования статьи).

7. **Основной текст** статьи излагается на русском языке в определенной последовательности:

- Введение.
- Обзор литературы.
- Методы исследования.
- Результаты и дискуссия.
- Заключение.

Приведенные части требуется выделять соответствующими подзаголовками и излагать в данных разделах релевантную информацию. Внутри указанных разделов допускается авторская рубрикация. Название каждого раздела пишется курсивом, с прописной буквы, выравнивание по центру.

При использовании в основном тексте сокращений необходимо приводить их расшифровку. Например, «...федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ)...». Номера ссылок на источники приводятся в квадратных скобках в порядке упоминания с указанием, в случае прямого цитирования, номеров страниц. Ссылки на неопубликованные материалы не допускаются. Включение в библиографический список источников, на которые отсутствуют ссылки в тексте, также недопустимо.

1. *Введение* – постановка научной проблемы, ее актуальность, связь с важнейшими задачами, которые необходимо решить, значение для развития определенной отрасли науки или практической деятельности. При написании данного раздела автор прежде всего должен заявить общую тему исследования. Далее необходимо раскрыть теоретическую и практическую значимость работы. Во введении автор также обозначает проблемы, не решенные в предыдущих исследованиях по данной тематике, которые призвана решить данная статья. В нем также выражается главная идея публикации, которая существенно отличается от современных представлений о проблеме, дополняет или углубляет уже известные подходы к ней; обращается внимание на введение в научное обращение новых фактов, выводов, рекомендаций, закономерностей. Цель статьи вытекает из постановки проблемы.

2. *Обзор литературы*. Необходимо описать основные (последние по времени – 3–5 лет) исследования и публикации, на которые опирается автор; современные взгляды на проблему; трудности при разработке данной темы; выделение нерешенных вопросов в пределах общей проблемы, которым посвящена статья. Внимание также следует уделить изучению международного опыта и зарубежных источников.

3. *Методы исследования*. В данном разделе описываются процесс организации исследования, примененные методики; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, опрос, тестирование, эксперимент, анализ, моделирование, изучение и обобщение и т. д.).

4. *Результаты и дискуссия*. В этой части статьи должен быть представлен систематизированный авторский аналитический и статистический материал. Результаты проведенного исследования необходимо описывать достаточно полно, чтобы читатель мог проследить его этапы и оценить обоснованность сделанных автором выводов. Это основной раздел, цель которого – при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу (гипотезы). Результаты при необходимости подтверждаются иллюстрациями (таблицами, графиками, рисунками), которые представляют исходный материал или доказательства в свернутом виде. Важно, чтобы проиллюстрированная информация не дублировала уже приведенную в тек-

сте. Представленные в статье результаты желательно сопоставить с предыдущими работами в этой области как автора, так и других исследователей. Такое сравнение дополнительно раскроет новизну проведенной работы, придаст ей объективность. Результаты исследования должны быть изложены кратко, но при этом содержать достаточно информации для оценки сделанных выводов. Также должно быть обосновано, почему для анализа были выбраны именно эти данные.

5. **Заключение.** Заключение содержит краткую формулировку результатов исследования. В нем в сжатом виде повторяются главные мысли основной части работы. В этом разделе необходимо сопоставить полученные результаты с обозначенной в начале работы целью. В заключении суммируются результаты осмысления темы, делаются выводы, обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость, а также определяются основные направления для дальнейшего исследования в этой области. В заключительную часть статьи желательно включить попытки прогноза развития рассмотренных вопросов.

8. **Оформление ссылок** на источники внутри текста. Все цитаты сопровождаются ссылкой на источник непосредственно в конце процитированного текста – в квадратных скобках указывается порядковый номер по мере их появления. Ссылка на страницу отделяется от ссылки на источник запятой [1, с. 25]. Если в квадратных скобках одновременно приводятся ссылки на несколько источников, они отделяются друг от друга точкой с запятой (например, [1, с. 26; 5, с. 17]). При прямом цитировании текст заключается в кавычки и в ссылке обязательно указывается номер страницы источника или листа архивного документа (например, [1, с. 25] или [5, л. 3 об.]). Возможно использование ранее опубликованных собственных текстов автора в объеме не более 10 % от общего списка использованной литературы.

9. **Список использованной литературы.** Библиографическое описание документов на русском языке оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2018; на английском – по гарвардскому стандарту. Нумерация источников – по порядку встречаемости в тексте. Нормативно-правовые акты, сайты, сборники научных трудов, книги и пособия указываются в подстрочных ссылках. Ссылаться в списке литературы рекомендуется в первую очередь на оригинальные источники из научных журналов, включенных в глобальные индексы цитирования. Количество используемых источников должно быть не менее 15. Оформляется на русском и английском языках.

10. После списка используемой литературы с абзаца приводятся **сведения об авторе** на русском и английском языках, которые включают: Ф.И.О., полностью, ученая степень, ученое звание, должность, организация(и) (требуется указать все места работы автора, в которых выполнялись исследования (постоянное место, место выполнения проекта и др.)). Нужно указать ORCID, SPIN-код, РИНЦ если имеется. В случае если статья написана группой авторов, через строку приводится информация о следующем авторе.

11. **Рисунки и таблицы**, представленные в тексте статьи, должны иметь заголовки: таблицы – сверху по центру (шрифт полужирный, кегль 10, слово «Таблица» пишется полностью, указывается номер таблицы, ставится точка, далее пишется название таблицы); рисунки – снизу по центру (шрифт полужирный, кегль 10, слово «Рисунок» пишется полностью, указывается номер рисунка, далее после точки – название рисунка). Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках. Под таблицами и рисунками необходимо указывать источник, из которого взят рисунок или таблица (автор, книга, журнал и т. д.). На каждую таблицу и рисунок должна быть сделана ссылка в тексте (напри-

мер: (Таблица 1). Размер шрифта в рисунках и таблицах – не менее 10 Times New Roman. В случае использования скриншотов (в т. ч. программ) следует дополнить их подробной описательной частью.

12. **Все иллюстрации**, представленные в статье (таблицы, рисунки, схемы, чертежи), дополнительно представляются в виде отдельных файлов. Иллюстрации представляются в цветном или черно-белом варианте. В черно-белом варианте должно присутствовать не более четырех оттенков серого, дополнительно может использоваться «штриховка» различных направлений и форм штриха.

13. **Форматы и требования** к файлам:

- таблицы: формат DOC/DOCX (Microsoft Word);
- диаграммы и графики: формат XLS/XLSX (Microsoft Excel);
- исходные данные предоставляются в том же файле;
- рисунки, схемы, чертежи: форматы JPEG, PNG;
- сканированные изображения не принимаются.

Международная научно-практическая конференция

ESG-ФАКТОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ РОСТА

22 - 24 июня 2023

Россия, Санкт-Петербург



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)



ИНПРОТЕХ

ИНСТИТУТ
ИННОВАЦИОННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
(ИНПРОТЕХ)



ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

22 - 24 июня 2023 года в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» состоится **Международная научно-практическая конференция «ESG-факторы и технологии роста».**

К участию приглашаются: ведущие специалисты промышленности, работники образовательных учреждений и научных организаций России и иностранных государств, а также аспиранты и студенты всех форм обучения.

Доклады публикуются в виде электронного сборника с ISBN, который размещается на официальном web-сайте конференции esg.etu.ru до начала конференции.

После окончания конференции сборник размещается в электронной библиотеке e-library для индексации РИНЦ.

Возможно очное и дистанционное участие (на платформе приложения Zoom).

По предварительному запросу участникам конференции могут быть выданы сертификаты участника в электронном виде.

Рабочие языки конференции: русский, английский.

ФОРМА УЧАСТИЯ

С ДОКЛАДОМ (ПУБЛИКАЦИЯ)

СЛУШАТЕЛЬ (БЕЗ ДОКЛАДА)

ПАКЕТ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ:

- Доклад, оформленный в соответствии с требованиями к оформлению материалов (в шаблоне) в формате doc. Объем доклада - 4 страницы.
- Экспертное заключение на право открытого опубликования (для граждан РФ) в формате .pdf.
- Файл, содержащий информацию для индексирования РИНЦ в соответствии с образцом в формате .doc.
- Акт экспертизы (для граждан РФ) в формате .pdf.
- Скан-копия квитанции об оплате (.pdf)

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ:

1. Проблемы устойчивого развития регионов России
2. Методы, технологии и инструменты финансирования устойчивого развития коммерческой деятельности
3. ESG-трансформация бизнеса: тренд, инвестиции, развитие
4. ESG-факторы в управлении цифровыми трансформациями
5. ESG-факторы устойчивости развития: микро-, мезо-, макро- уровни национальной экономики

Оргкомитет предоставляет возможность расширить заявленную тематику.

+7 (812) 346-46-37

IRVC.ELTECH@mail.ru

WWW.ESG.ETU.RU

ОРГАНИЗАТОРЫ

- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
- Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
- Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова (СПбГУ ГА им. А.А. Новикова)
- Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт Морского флота (ЦНИИМФ)
- Межпарламентская Ассамблея стран - участников Содружества Независимых государств
- Межпарламентская ассоциация стратегического менеджмента, Турция
- Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Узбекистан
- Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека, Узбекистан
- ООО «Медовый дом»
- ООО «Феникс»
- ООО «Росби Информ»
- ЗАО «Регул»
- ООО «ССК ГРУПП»

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:

ШЕЛУДЬКО В.Н. - ректор СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р техн. наук, доцент.

Члены комитета:

ТУПИК В.А. - проректор по научной работе СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р техн. наук, профессор;

ОКРЕПИЛОВ В.В. - российский экономист, действительный член Российской академии наук, лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники, Почётный гражданин Санкт-Петербурга, д-р экон. наук, профессор;

РАСКОВАЛОВ В.Л. - профессор кафедры ЮНЕСКО «Управление качеством образования в интересах устойчивого развития» СПбПУ, канд. техн. наук, доцент;

АНТОНОВА И.И. - проректор по инновационно-проектной деятельности ЧОУ ВО «Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирязова (ИЭУП)», д-р экон. наук, профессор;

КОСТИН Г.А. проректор по научной и инновационной работе СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, д-р техн. наук, профессор;

ВОЛКОВА В.Н. - профессор Высшей школы киберфизических систем СПбПУ, канд. техн. наук, д-р экон. наук, профессор;

БУЯНОВА Л.Н. - ведущий научный сотрудник ЦНИИМФ, д-р экон. наук, профессор.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:

КУЗЬМИНА С.Н. - и.о. директора Института инновационного проектирования и технологического предпринимательства (ИНПРОТЕХ) СПбГЭТУ «ЛЭТИ», зав. кафедрой менеджмента и систем качества, д-р экон. наук, профессор.

Члены комитета:

БРУСАКОВА И.А. - зам. директора по научно-образовательной деятельности ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», зав. кафедрой инновационного менеджмента, действительный член Метрологической академии России, действительный член МАНВШ, д-р техн. наук, профессор;

ШАШИНА Н.С. - зав. кафедрой экономики технологического предпринимательства ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р экон. наук, профессор;

ПОКРОВСКАЯ Н.Н. - профессор кафедры инновационного менеджмента ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», эксперт ВАК по направлению «Социология», д-р соц. наук;

КУЛИБАНОВА В.В. - профессор кафедры прикладной экономики ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», глав. науч. сотр. Института проблем региональной экономики Российской академии наук, д-р экон. наук;

МОСИЯШ А.Э. - профессор кафедры прикладной экономики ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», руководитель академического отделения Института магистратуры СПбГУ, д-р экон. наук;

ЗВОНЦОВ А.В. - доцент кафедры прикладной экономики ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», эксперт Автономной некоммерческой организации «Агентство Стратегических Инициатив» (АНО АСИ), канд. экон. наук;

СЫРОВАТСКАЯ О.Ю. - доцент кафедры прикладной экономики ИНПРОТЕХ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», член-корреспондент Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, канд. экон. наук.



В рамках конференции планируется организация повышения квалификации с выдачей удостоверений государственного образца.

КАЛЕНДАРЬ КОНФЕРЕНЦИИ

до 3 апреля

Регистрация участников через личный кабинет на web-сайте конференции esg.etu.ru (вопросы по регистрации - (812) 346-46-37). Один человек может быть автором или соавтором не более, чем трех статей. Количество соавторов одной статьи не должно превышать 4 человека.

до 1 мая

Загрузка текста доклада в формате doc., информации, необходимой для его размещения в РИНЦ (doc.), подписанных документов на право опубликования в открытой печати - экспертных заключений и актов экспертизы (только для авторов - граждан РФ) - в формате pdf. в личный кабинет на web-сайте конференции.

до 26 мая

Осуществляется рецензирование докладов членами программного комитета (в процессе рецензирования возможно появление комментариев у докладов в личном кабинете); в личном кабинете появляется подтверждение принятия доклада к публикации.

до 2 июня

Перечисление организационного взноса с формулировкой в платежном поручении «За участие в конф. ESG-2023», загрузка отсканированной копии платежного поручения в личный кабинет. В случае отсутствия организационного взноса к указанному сроку материалы доклада в сборник трудов конференции не включаются.

до 16 июня

Подтверждение очного или заочного участия по e-mail: irvc.eltech@mail.ru, возможность подать заявку на электронный сертификат участника (рассылается после конференции).

22-24 июня

Работа конференции. На конференцию привезти подлинники документов на право опубликования в открытой печати.

Экспертное заключение на право открытого опубликования (документ может иметь другое название). Оформляется в соответствии с законом РФ «О государственной тайне», Перечнем сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденным Указом Президента РФ от 30.11.1995 №1203, а также Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию, Министерства образования и науки РФ, утвержденным приказом Минобрнауки России от 10.11.2014 №36с. Акт экспертизы (документ может иметь другое название). Оформляется в целях соблюдения ФЗ от 18.07.1999 №183 «Об экспортном контроле» и устанавливает факт отсутствия в материалах доклада контролируемых товаров и технологий.

По желанию участников конференции расширенные версии материалов докладов могут быть рекомендованы программным комитетом к опубликованию в Петербургском экономическом журнале (ВАК).

ОПЛАТА

Оргвзнос за участие в конференции с одним докладом (4 стр.) (выступление и публикация в РИНЦ) - 3000 руб. (в т.ч. НДС 20%).

Оплата производится только после завершения рецензирования и подтверждения принятия доклада.

Оргвзнос за участие в конференции в качестве слушателя - 1500 руб. (в т.ч. НДС 20%). Регистрация на esg.etu.ru участников без доклада обязательна.

В стоимость оргвзноса не включены транспортные расходы, проживание и питание.

Вопросы представления рекламы - irvc.eltech@mail.ru

85%

60%

CTMX	0.45	▲ +0.45%
FTR	-0.23	▼ -2.34%
CSCO	-1.01	▼ -1.89%
CHK	0.02	▲ +0.24%
AAPL	+2.58	▲ +2.58%
PRTG		
AMZN		
TSLA		
AVGO		

+7 (812) 346-46-37 IRVC.ELTECH@mail.ru

197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, лит.Ф

WWW.ESG.ETU.RU

