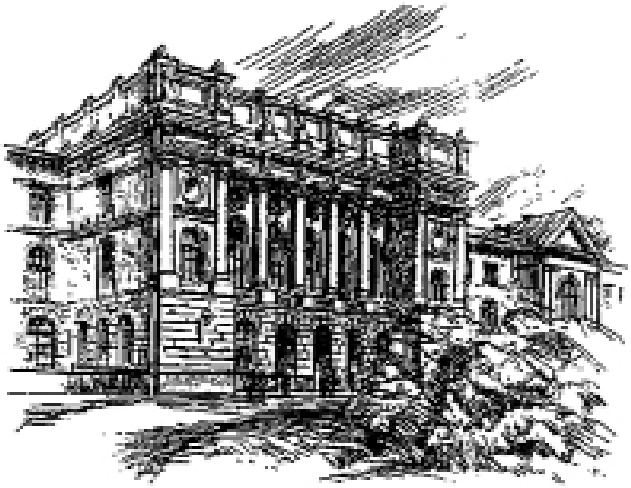
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ISSN 2782-6015

π-ECONOMY

Том 17, № 5, 2024

Управление цифровой трансформацией экономических систем

Санкт-Петербург
2024

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акаев А.А., иностр. член РАН, д-р физ.-мат. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;
Квинт В.Л., иностр. член РАН, д-р экон. наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;
Клейнер Г.Б., чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия;
Окрепилов В.В., академик РАН, д-р экон. наук, профессор, Институт проблем региональной экономики РАН, Санкт-Петербург, Россия;
Смешко О.Г., д-р экон. наук, Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Глухов В.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;

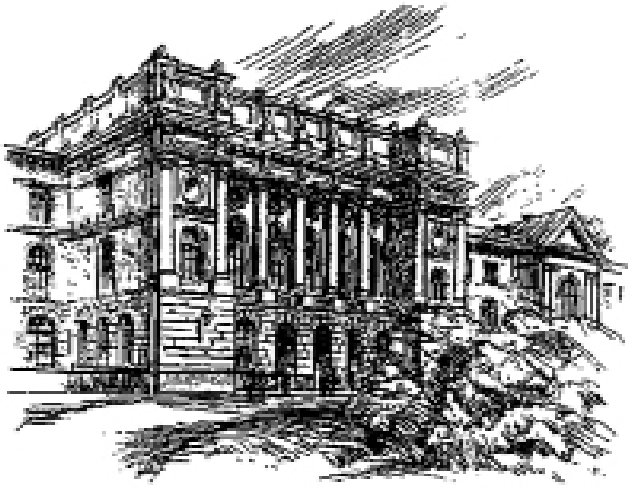
Заместитель главного редактора – Бабкин А.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;

Адаменко А.А., д-р экон. наук, профессор, декан факультета «Финансы и кредит» Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия;
Аллаева Г.Ж., д-р экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика и менеджмент промышленности» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан;
Басарева В.Г., д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник, Сибирский Федеральный Научный Центр Агробиотехнологий РАН, Краснообск, Россия;
Булатова Н.Н., д-р экон. наук, профессор, Восточно-Сибирский гос. университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия;
Буркальцева Д.Д., д-р экон. наук, профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия;
Бухвальд Е.М., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики РАН, Москва, Россия;
Васильева З.А., д-р экон. наук, профессор, директор Института управления бизнес-процессами, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия;
Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор, Курский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Курск, Россия;
Гамидуллаева Л.А., д-р экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Менеджмент и государственное управление» Пензенского государственного университета, Пенза, Россия;
Журавлев Д.М., д-р экон. наук, директор НИИ Социальных систем Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;
Ильина И.Е., д-р экон. наук, Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере, Москва, Россия;
Качалов Р.М., д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия;
Кирильчук С.П., д-р экон. наук, профессор, заведующая кафедрой «Экономика предприятия» Института экономики и управления Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия;
Корягин С.И., д-р техн. наук, профессор, Инженерно-технический институт Балтийского федерального университета имени И. Канта, Калининград, Россия;
Лычагин М.В., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики и организации производства СО РАН, Новосибирск, Россия; Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия;
Малышев Е.А., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет / SMTU, Санкт-Петербург, Россия;
Мамраева Д.Г., канд. экон. наук, Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан;
Махмудова Г.Н., д-р экон. наук, Ташкентский государственный экономический университет, Ташкент, Узбекистан;
Мерзликина Г.С., д-р экон. наук, профессор, Волгоградский гос. технический университет, Волгоград, Россия;
Нехорошева Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Белорусский гос. экономический университет, Минск, Республика Беларусь;
Очилов А.О., д-р экон. наук, профессор, Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан;
Писарева О.М., канд. экон. наук, Институт информационных систем, Государственный университет управления, Москва, Россия;
Плотников В.А., д-р экон. наук, профессор кафедры общей экономической теории и истории Санкт-Петербургского государственного экономического университета, Санкт-Петербург, Россия;
Пшеничников В.В., канд. экон. наук, доцент, Воронежский гос. аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, Россия;
Тронина И.А., д-р экон. наук, доцент, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия;
Устинова Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Российская государственная академия интеллектуальной собственности, Москва, Россия;
Чупров С.В., д-р экон. наук, профессор, Байкальский гос. университет, Иркутск, Россия;
Юдина Т.Н., д-р экон. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Сетевое издание публикует научные статьи и обзоры на русском и английском языках в области региональной и отраслевой экономики, управления экономическими системами, математических методов экономики.
С 2002 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, где публикуются основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
Сетевое издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-52146 от 11 декабря 2012 г.
Сведения о публикациях представлены в Реферативном журнале ВИНИТИ РАН, в международной справочной системе «Ulrich`s Periodical Directory», в базах данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), Google Scholar, EBSCO, ProQuest, ROAD, DOAJ.
Учредитель и издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация.
Редакция журнала
д-р экон. наук, профессор В.В. Глухов – председатель редколлегии; д-р экон. наук, профессор А.В. Бабкин – зам. председателя редколлегии; А.А. Родионова – секретарь редакции; А.А. Кононова – компьютерная вёрстка; И.Е. Лебедева – редактирование английского языка; Ф.К.С. Бастиан – редактор.
Адрес редакции: Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
Телефон редакции: +7 (812) 552-62-16, e-mail редакции: economy@spbstu.ru
Дата выхода: 31.10.2024

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION



ISSN 2782-6015

π-ECONOMY

Vol. 17, no. 5, 2024

Management of digital transformation of economic systems

Saint Petersburg
2024

π-ECONOMY

EDITORIAL COUNCIL

A.A. Akaev – foreign member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc. (phys.-math.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
G.B. Kleiner – corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Central Economics and Mathemaytics Institute Russian Academy of Sciences, Russia;
V.L. Kvint – foreign member of the Russian Academy of Sciences (USA), Lomonosov Moscow State University, Russia;
V.V. Okrepilov – full member of the Russian Academy of Sciences, Institute for Problem Regional Economics RAS, Russia;
O.G. Smeshko – Dr.Sc. (econ.), St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, Russia.

EDITORIAL BOARD

V.V. Gluhov – Dr.Sc. (econ.), prof., head of the editorial board, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;
A.V. Babkin – Dr.Sc. (econ.), prof., deputy head of the editorial board, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;
A.A. Adamenko – Dr.Sc. (econ.), prof., Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia;
G.J. Allaeva – Dr.Sc. (econ.), Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan;
V.G. Basareva – Dr.Sc. (econ.), prof., Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia;
E.M. Buhval'd – Dr.Sc. (econ.), prof., Institute of Economics Russian Academy of Sciences, Russia;
N.N. Bulatova – Dr.Sc. (econ.), prof., East-Siberian State University of Technology and Management, Russia;
D.D. Burkaltceva – Dr.Sc. (econ), V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia;
S.V. Chuprov – Dr.Sc. (econ.), prof., Baikal State University, Russia;
L.A. Gamidullaeva – Dr.Sc. (econ.), Penza State University, Russia;
I.E. Ilina – Dr.Sc. (econ.), Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology, Russia;
R.M. Kachalov – Dr.Sc. (econ.), prof., Central Economics and Mathemaytics Institute Russian Academy of Sciences, Russia;
S.P. Kirilchuk – Dr.Sc. (econ.), prof., V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia;
S.I. Koryagin – Dr.Sc. (tech.), prof., Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia;
M.V. Lychagin – Dr.Sc. (econ.), prof., Novosibirsk State University, Russia;
G.N. Makhmudova – Dr.Sc. (econ.), Tashkent State University of Economics, Uzbekistan;
E.A. Malyshev – Dr.Sc. (econ.), prof., SMTU, Russia;
D.G. Mamraeva – Assoc. Prof. Dr., PhD, Karaganda University named after academician Y.A. Buketov, Kazakhstan;
G.S. Merzlikina – Dr.Sc. (econ.), prof., Volgograd State Technical University, Russia;
L.N. Nehorosheva – Dr.Sc. (econ.), prof., Belarus State Economic University, Republic of Belarus;
A.O. Ochilov – Dr.Sc. (econ.), prof., Karshi State University, Uzbekistan;
O.M. Pisareva – Assoc. Prof. Dr., State University of Management, Russia;
V.A. Plotnikov – Dr.Sc. (econ.), prof., St. Petersburg State University of Economics, Russia;
V.V. Pshenichnikov – Assoc. Prof. Dr., Voronezh State Agricultural University, Russia;
I.A. Tronina – Dr.Sc. (econ.), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S., Russia;
L.N. Ustinova – Dr.Sc. (econ.), prof., Russian State Academy of Intellectual Property, Russia;
Z.A. Vasilyeva – Dr.Sc. (econ.), prof., Siberian Federal University, Russia;
U.V. Vertakova – Dr.Sc. (econ.), prof., Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia;
D.M. Zhuravlev – Dr.Sc. (econ.), Lomonosov Moscow State University, Russia;
T.N. Yudina – Dr.Sc. (econ.), Lomonosov Moscow State University, Russia.

The online journal publishes research papers and reviews in Russian and English on regional and industrial economics, management of economic systems, mathematical methods in economics.
The journal is included in the List of Leading Peer-Reviewed Scientific Journals and other editions to publish major findings of PhD theses for the research degrees of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences.
The publications are presented in the VINITI RAS Abstract Journal and Ulrich's Periodical Directory International Database, EBSCO, ProQuest, Google Scholar, ROAD, DOAJ.
The journal is registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR). Certificate ПИ № ФС77-52146 issued December 11, 2012.

Editorial office
Dr.Sc., Professor V.V. Gluhov – Head of the editorial board; Dr.Sc., Professor A.V. Babkin – Deputy head of the editorial board; A.A. Rodionova – editorial manager; A.A. Kononova – computer layout; I.E. Lebedeva – English translation; Ph.Ch.S. Bastian – editor.

Address: 195251 Polytekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

+7 (812) 552-62-16, e-mail: economy@spbstu.ru

Release date: 31.10.2024

© Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2024

Уважаемые читатели!

Перед вами тематический номер «*Управление цифровой трансформацией экономических систем*» журнала «π-Economy»

Выпуск подготовлен по результатам международной научно-практической конференции «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОНОМИКА И ИНДУСТРИЯ 5.0» (INTELLIGENT ENGINEERING ECONOMICS AND INDUSTRY 5.0 – IEEI_5.0 (INPROM)), которая была проведена 25–28 апреля 2024 г. в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Высшая инженерно-экономическая школа) совместно с рядом вузов, научных и общественных организаций.

Мы видим необходимость подготовки тематического номера в том, что в современных условиях постоянных изменений и турбулентности, происходящих во внешней среде, и стирания границ между физическими, виртуальными и социально-экономическими системами самых разных уровней экономическим агентам приходится быстро реагировать на новые вызовы, модели спроса, конкурентную среду и предпочтения потенциальных клиентов. Поэтому концепция формирования интеллектуальной цифровой экономики в настоящее время считается наиболее эффективной с точки зрения эволюции, поскольку базируется на использовании сквозных цифровых технологий, процессах самоорганизации, учета разнообразия участников, взаимодействия участников на основе принципов партнерства, мутуализма и коэволюции, реализации экологичности и задач ESG-экономики.

Европейская комиссия в январе 2021 г. объявила о новой промышленной эволюции, Индустрии 5.0, и анонсировала актуализированное представление Индустрии 5.0 как достижение триады устойчивости, человекоцентричности и жизнестойкости промышленности.

В рамках генезиса развития цифровой экономики экономические системы перешли к активным процессам цифровой трансформации, которые отражены как на нормативно-законодательном и теоретическом, так и практическом уровнях. Эти факторы и обусловили необходимость отдельного рассмотрения на страницах журнала вопросов управления цифровой трансформацией современной экономики и промышленности. В журнале представлено три раздела.

В первом разделе «**Цифровая трансформация промышленности и Индустрия 5.0**» авторами Ж.А. Ермаковой и С.Г. Фоминым рассмотрены вопросы цифровизации системы планирования на предприятиях машиностроения, повышения конкурентоспособности предприятий, развития рынка промышленной продукции медицинского назначения и стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0. Авторы обосновывают процесс цифровизации сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге, включающем предприятия единичного и мелкосерийного типа производства.

В статье В.Н. Родионовой и И.С. Антонова представлены многокритериальный анализ и цифровые решения для повышения конкурентоспособности предприятий в условиях Индустрии 5.0. Предложены инструменты для стратегического управления предприятиями, что способствует минимизации деструктивного воздействия цифровых изменений и укреплению конкурентных позиций в условиях новой индустриальной парадигмы.

В своей статье авторы Д.А. Данилов и А.Д. Данилов рассматривают особенности развития рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и перехода к Индустрии 5.0, а также проводят анализ влияния цифровых технологий на экономические отношения в данном секторе.

В заключительной статье раздела коллектив авторов рассматривает вопросы стратегического планирования развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0 на основе организационного программирования. Отмечено, что организационное программирование функционально ориентировано на выявление и осмысление законов и моделей объективного

развития промышленной сферы и на согласование интегрированной массы совместных усилий и ресурсов общества для достижения оптимальных эволюционных трансформаций промышленности. В статье предложены научно-методологические положения, формирующие основы организационного программирования стратегического развития промышленности, а также способствующие формированию методологической, информационной и инструментальной базы исследований для специалистов разных профилей.

В втором разделе «**Цифровая трансформация региональных экономических систем**» в статье И.С. Трапезниковой и Ж.Е. Трапезниковой проанализированы территориальные диспропорции уровня цифровизации промышленности в регионах России с учетом отраслевой специфики. Проведен мониторинг территориальных различий уровня цифровизации промышленности и выдвинуты предложения трансформации системы государственной поддержки цифрового развития промышленных предприятий.

Автор Ю.В. Корокошко в своей статье обращает внимание на то, что в условиях высокого динамизма изменений, обусловленных переходом к Индустрии 4.0 и цифровой экономике, российские предприятия должны обладать актуальной информацией об имеющемся у них потенциале развития и реальных возможностях, чтобы своевременно адаптироваться к происходящим условиям. В связи с этим важно своевременно и объективно оценивать возможности и угрозы цифровой трансформации российских предприятий и принимать соответствующие адекватные меры для обеспечения их стабильного устойчивого развития. Поэтому целью исследования является оценка осознания, восприятия и готовности региональных предприятий к цифровой трансформации, проведенная на основе методов маркетинговых исследований, сравнительного и экспертного анализа.

В статье М.О. Пёрышкина и Е.В. Шкарупета «Сетевые региональные структуры как драйверы формирования интеллектуального цифрового технополиса в Индустрии 5.0» рассмотрены влияние интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур в регионах Северо-Западного и Центрального федеральных округов и их значимость для формирования интеллектуальных цифровых технополисов.

В третьем разделе «**Цифровая трансформация логистики**» представлено исследование авторов В.В. Щербакова, Г.В. Силкиной и С.Ю. Шевченко, целью которого является изучение процессов цифровой трансформации логистики посредством управления изменениями в достижении ее цифровой зрелости. Прикладной зрелостный контекст оценки качества преобразований представляется в разрезе инновационной динамики процесса «цифровизация – цифровая трансформация», где цифровая трансформация логистики рассматривается следствием цифровизации и предпосылкой перехода к интеллектуализации как высшей форме проявления цифровизации в условиях современных информационно-технологических реалий.

Редакция благодарит за работу соредакторов выпуска:

Аренков Игорь Анатольевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика предприятия, предпринимательства и инноваций» Санкт-Петербургского государственного университета;

Плотников Владимир Александрович – доктор экономических наук, профессор кафедры «Общая экономическая теория и история экономической мысли» Санкт-Петербургского государственного экономического университета.

Шкарупета Елена Витальевна – доктор экономических наук, профессор кафедры «Цифровая и отраслевая экономика» Воронежского государственного технического университета.

Редакция журнала

Содержание

Цифровая трансформация промышленности и Индустрия 5.0

Фомин С.Г., Ермакова Ж.А. Цифровизация системы планирования на предприятиях машиностроения: результаты, проблемы, перспективы..... 9

Родионова В.Н., Антонов И.С. Многокритериальный анализ и цифровые решения для повышения конкурентоспособности предприятий в условиях Индустрии 5.0..... 32

Данилов Д.А., Данилов А.Д. Развитие рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0..... 45

Глухов В.В., Бабкин А.В., Батукова Л.Р., Шкарупета Е.В., Махмудова Г.Н. Теоретические положения программирования стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0..... 61

Цифровая трансформация региональных экономических систем

Трапезникова И.С., Трапезникова Ж.Е. Анализ территориальных диспропорций уровня цифровизации промышленности в регионах России с учетом отраслевой специфики..... 88

Корокошко Ю.В. Цифровая трансформация региональных предприятий: исследование, оценка, возможности..... 99

Перышкин М.О., Шкарупета Е.В. Сетевые региональные структуры как драйверы формирования интеллектуального цифрового технополиса в Индустрии 5.0..... 115

Цифровая трансформация логистики

Щербаков В.В., Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю. Управление трансформационными изменениями в обеспечении динамики цифровой зрелости логистики..... 132

Рецензии

Бабкин А.В. Рецензия на монографию П.М. Петровой «Стратегирование рынка жилой недвижимости региона в чрезвычайный период» (Москва, Санкт-Петербург, 2024)..... 146

Contents

Digital transformation of industry and Industry 5.0

Fomin S.G., Ermakova Zh.A. Digitalization of the planning system at mechanical engineering enterprises: results, problems, prospects..... 9

Rodionova V.N., Antonov I.S. Multi-criteria analysis and digital solutions to improve the competitiveness of enterprises in the context of Industry 5.0..... 32

Danilov D.A., Danilov A.D. Development of the market for industrial medical products in the context of digitalization and Industry 5.0..... 45

Glukhov V.V., Babkin A.V., Batukova L.R., Shkarupeta E.V., Makhmudova G.N. Theoretical provisions of programming of strategic development of industry in the conditions of the formation of Industry 5.0..... 61

Digital transformation of regional economic systems

Trapeznikova I.S., Trapeznikova Zh.E. Analysis of territorial disproportions in the level of industrial digitalization in the regions of Russia, taking into account industry specifics..... 88

Korokoshko Yu.V. Digital transformation of regional enterprises: research, assessment, opportunities... 99

Peryshkin M.O., Shkarupeta E.V. Networked regional structures as drivers for the formation of an intelligent digital technopolis in Industry 5.0..... 115

Digital transformation of logistics

Shcherbakov V.V., Silkina G.Yu., Shevchenko S.Yu. Managing transformational changes to ensure the dynamics of logistics digital maturity..... 132

Reviews

Babkin A.V. Review of the monograph «Strategizing of the regional real estate market in the contingency period» by P.M. Petrova (Moscow, St. Petersburg, 2024)..... 146

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 9–31.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 9–31.

Цифровая трансформация промышленности и Индустрия 5.0

Digital transformation of industry and Industry 5.0

Научная статья
УДК 338.984
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17501

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

С.Г. Фомин ✉ , **Ж.А. Ермакова**

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

✉ semafom@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы цифровизации системы сквозного планирования экономических форм объединений предприятий (холдингов, корпораций, кластеров), когда в одной технической и методической системе планирования должны работать многие предприятия на всех уровнях планирования. Целью настоящего исследования является обоснование цифровизации сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге, включающем предприятия единичного и мелкосерийного типа производства. На основе обзора отечественных и зарубежных исследований в области планирования с 1920-х гг. и до наших дней рассмотрены: стадии информатизации процесса планирования – применение машинотехнических средств, компьютеризация, цифровизация; актуальность перехода системы планирования машиностроительного холдинга на стадию цифровизации на основе определенных эффектов; проблемы цифровизации; неизбежность изменений и необходимость придать этим изменениям положительное содержание модернизации. С точки зрения цифровизации выявлены элементы системы планирования и их взаимосвязи – данные, показатель, процесс, компетенция, инструментарий. Для обеспечения создания сквозной системы планирования предложены четыре этапа циклического процесса изменения (модернизации) системы планирования в цифровой среде – измерение (1) и оценка (2) результативности системы планирования, проектирование (3) и реализация (4) модификации системы планирования. Этапы рассматриваются в привязке к предприятию (или предприятиям) холдинга и к элементу системы планирования. Изменение элемента системы планирования в рамках этапа изменения самой системы планирования также рассматривается как циклический процесс, состоящий из четырех этапов. Результаты исследования апробированы на двух машиностроительных холдингах. В результате апробации во многом удалось реализовать предложенные рекомендации и достичь заявленных эффектов цифровизации сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге. В то же время были выявлены проблемы, ограничивающие полное достижение целей. Проблемы межфункционального взаимодействия по поводу планирования в цифровой среде определили направления дальнейших исследований. Исследование полезно руководителям и специалистам машиностроительных холдингов в функциях «планирование», «производство», «развитие», «информационные технологии (ИТ)», а также сотрудникам ИТ и консалтинговых компаний, которые разрабатывают и внедряют системы планирования в цифровой среде.

Ключевые слова: планирование, цифровизация, производство, холдинг

Благодарности: Авторы выражают благодарность О.Б. Козловскому, А.А. Андюкину, Е.В. Долгановой и Я.Я. Копу за управленческую поддержку и смелое целеполагание на всех проектах модернизации планирования

Для цитирования: Фомин С.Г., Ермакова Ж.А. (2024) Цифровизация системы планирования на предприятиях машиностроения: результаты, проблемы, перспективы. π-Economy, 17 (5), 9–31. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17501

© Фомин С.Г., Ермакова Ж.А., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17501

DIGITALIZATION OF THE PLANNING SYSTEM AT MECHANICAL ENGINEERING ENTERPRISES: RESULTS, PROBLEMS, PROSPECTS

S.G. Fomin ✉ , **Zh.A. Ermakova**

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

✉ semafom@gmail.com

Abstract. The article considers the issues of digitalization of the end-to-end planning system of economic forms of enterprise associations (holdings, corporations, clusters), when many enterprises at all planning levels should work in one technical and methodological planning system. The purpose of this study is to substantiate the digitalization of the end-to-end planning system in the machine-building holding, including enterprises of single and small-scale production type. Based on a review of domestic and foreign studies in the field of planning from the 1920s to the present day, the following stages of informatization of the planning process are considered: the use of mechanical engineering tools, computerization, digitalization; the relevance of the transition of the planning system of machine-building holding to the stage of digitalization based on certain effects; the problems of digitalization; the inevitability of changes and the need to give these changes a positive content of modernization. From the point of view of digitalization, the elements of the planning system and their interrelations are identified: data, indicator, process, competence, tools. To ensure the creation of an end-to-end planning system, four stages of the cyclic process of changing (modernizing) the planning system in the digital environment are proposed: measurement (1) and evaluation (2) of the planning system performance, design (3) and implementation (4) of the planning system modification. The stages are considered in relation to the holding's enterprise (or enterprises) and to the planning system element. Changing the planning system element within the stage of changing the planning system itself is also considered as a cyclic process consisting of four stages. The results of the study were tested on two machine-building holdings. As a result of testing, it was largely possible to implement the proposed recommendations and achieve the declared effects of digitalization of the end-to-end planning system in the machine-building holding. At the same time, problems limiting the full achievement of the goals were identified. The problems of interfunctional interaction regarding planning in the digital environment determined the directions of further research. The study is useful for managers and specialists of machine-building holdings in the functions of planning, production, development, information technology (IT); as well as employees of IT and consulting companies that develop and implement planning systems in the digital environment.

Keywords: planning, digitalization, production, holding

Acknowledgements: The authors express their gratitude to O.B. Kozlovsky, A.A. Andyukin, E.V. Dolganova and Ya.Ya. Kop for managerial support and bold goal-setting in all planning modernization projects.

Citation: Fomin S.G., Ermakova Zh.A. (2024) Digitalization of the planning system at mechanical engineering enterprises: results, problems, prospects. π-Economy, 17 (5), 9–31. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17501

Введение

Актуальность

Мировые и российские промышленные компании считают развитие планирования одним из важнейших факторов повышения эффективности бизнеса, создания конкурентных преимуществ. С учетом сегодняшних реалий развитие планирования во многом строится на основе цифровизации. Особую сложность представляют задачи цифровизации сквозного планирования

© Fomin S.G., Ermakova Zh.A., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

для экономических форм объединений предприятий (холдингов, корпораций, кластеров), когда в одной технической и методической системе планирования должны работать многие предприятия на всех уровнях планирования.

Сегодня кажется очевидным, что для планирования крупных производственных систем требуется работа с большим количеством данных, которые формируются из многих источников различных функциональных областей. С середины прошлого века ученые и практики использовали или рассматривали возможность использования для решения этих задач мощности вычислительной техники; тем самым как минимум решалась дилемма между скоростью и точностью планирования: с одной стороны, чем больше актуальных детальных данных будет использовано в правильно построенном с методической точки зрения процессе планирования (в том числе в расчетах), тем более точным будет его результат; с другой стороны, стремление к повышению актуальности, детальности, объема информации усложняет задачи работы с данными, что приводит к замедлению и снижению точности планирования.

Возросла востребованность цифрового развития – в целом по промышленности в 2023 г. эту тенденцию отметили более 30% руководителей против 22% годом ранее, а по машиностроению тенденция еще более явная – рост составил с 15% в 2022 г. до 35% в 2023 г. Около 2,2% ВВП (в 2019–2022 гг.) составляют внутренние затраты организаций на цифровые технологии, вклад обрабатывающей промышленности в эти затраты составляет 12,5% (третье место после отрасли информации и связи и финансового сектора). 2,8% сотрудников машиностроительной отрасли применяют в своей работе цифровые технологии (второе место после отрасли информации и связи) [1, 2]. Ресурсы, направленные на цифровизацию машиностроения, должны быть использованы рачительно, что возможно только при наличии правильных методов цифровизации.

Актуальность темы исследования обоснована потребностью в интеграции отечественных методических и технических подходов к планированию с разрабатываемыми отечественными программными продуктами, используемыми предприятиями машиностроения.

Дополнительную актуальность исследованию придает наличие возрастающих ограничений доступа предприятий и науки к зарубежным прикладным решениям (информационные системы, методики) и теоретическим достижениям в области развития систем планирования.

Информатизация производственной среды, оборудования, применение математических методов для решения экономических задач, в том числе планирования, на повестке уже не первое десятилетие. Современный этап цифровизации управления в России, начавшийся с информатизации бухгалтерских и финансовых операций, переходит к более сложным задачам, таким как планирование, которое ранее не считалось приоритетным для цифровизации. Остается открытым вопрос, будут ли эффективны при цифровизации ранее используемые методы в планировании. В условиях практически повсеместной компьютеризации управленческого труда цифровизация планирования позволяет использовать новейшие достижения (например, распределенные системы и искусственный интеллект) для внедрения практик и теорий, ранее не поддерживаемых соответствующими технологиями, это создает потенциал повышения конкурентоспособности и устойчивости предприятий.

Данная статья посвящена вопросам планирования производства продукции, включая снабжение, изготовление, продажи и сбыт. Значительное внимание при исследовании модернизации системы планирования было уделено возможности корректировок сквозных планов в процессе выпуска изделий, что особенно актуально в условиях интенсивно изменяющихся внешних факторов. С точки зрения межфункциональных связей были рассмотрены отдельные вопросы влияния проведения опытно-конструкторских работ на сквозную систему планирования в цифровой среде. Подходы к планированию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в интегрированной цифровой среде планирования требуют дальнейшего изучения.

Литературный обзор

Планированием на микро-, мезо- и макроуровнях народного хозяйства как в теоретическом, так и прикладном аспектах занимается ряд выдающихся ученых.

Вопросы планирования деятельности народного хозяйства, отраслей, предприятий всесторонне рассматриваются отечественными учеными.

С.Г. Струмилин участвовал в разработке первых планов макроуровня (государства) в СССР на среднесрочный и долгосрочный период, в том числе разработал первый пятилетний план на 1926/27–1930/31 гг., продолжал исследования на теоретическом уровне до 1960-х гг., особое внимание уделял вопросам планирования как инструментария взаимодействия с внешней экономической средой, поиску оптимальных подходов к планированию [3].

Н.Д. Кондратьев был разработчиком первого плана развития сельского хозяйства и лесной отрасли в СССР на 1923–1928 гг., использовал математические методы (модели) и сформировал концепцию длинных волн, применяемую для стратегического планирования на макроуровне [4].

Л.В. Канторович, В.В. Новожилов, В.С. Немчинов с 1930-х до 1960-х гг. комплексно исследовали вопросы планирования на уровне государства и предприятий; разрабатывали теории и решали прикладные задачи планирования; особое внимание уделяли применению математических методов для поиска оптимальных решений в условиях ограничений; основали дисциплину и методы линейного программирования, которые применяются для решения оптимизационных задач в планировании и сегодня [5].

В.А. Базаров, П.С. Осадчев и др. в 1920–1930-е гг. заявляли о необходимости применения научного подхода, математических методов и моделей к теории и методологии планирования и прогнозирования; рассматривали такие понятия, как объект, субъект, метод и цели планирования; предложили пути к согласованию генетического и телеологического подходов к планированию при решении практических задач планирования; уделяли внимание планированию в первую очередь на макроуровне государственного управления сначала на краткосрочном, а затем и на долгосрочном горизонте [6].

А.К. Гастев в 1920–1930-е гг. рассматривал вопросы планирования в контексте управления производственными операциями на предприятии, особое внимание уделял нормированию, точности данных, производственным отношениям как основе для планирования; изучал проблемы планирования на уровне предприятия и ниже – до рабочего центра и рабочего места [7].

С.Л. Соболев, В.М. Глушков и др. в 1950–1970-е гг. развивали подходы к использованию информационных технологий, кибернетики для организации систем планирования на различных уровнях – от макроуровня до уровня предприятий, особое внимание уделяя поиску оптимальных решений задач планирования [8, 9].

А.С. Родов и др. в 1964 г. на основе опыта построения системы планирования на Новочеркасском электровозостроительном заводе (НЭВЗ) изложили практику внедрения систем планирования уровня предприятий и сформировали методику планирования для машиностроительных предприятий, определили дальнейшее развитие планирования через использование электронно-вычислительных машин (ЭВМ) [10].

Коллективы советских ученых в период с 1920-х до 1970-х гг. достигали высоких теоретических и практических результатов в вопросах планирования различного уровня, создавали специализированные научные и государственные организации в этой области.

В зарубежной литературе первое время при разработке теоретических основ планирования во многом использовались наработки советских ученых. Примерно с 1970-х гг. начали разрабатываться методические подходы к информатизации предприятий, включающие не только планирование, но и обеспечение данными, производственный учет и другую функциональность. Эти подходы получили широкое применение сегодня, в том числе по причине использования в наиболее распространенных инструментах цифровизации планирования.

Дж. Форрестер в 1960–1990-е гг. развивал применение подходов кибернетики, системной динамики для создания систем планирования от микроуровня отдельного предприятия до макроуровня всего человечества, применял для решения задач планирования компьютерное моделирование [11]. Дж. Орлицки в 1970-е гг. ввел термин Material Requirements Planning (MRP) и сформулировал полезность применения компьютеров для решения задач планирования по методу MRP [12]. О. Уайт в 1980-е гг. развивал идеи MRP до охвата всего бизнеса, а не только производственных процессов, а также предложил методы оценки информатизации планирования, классифицировал предприятия по стадиям зрелости системы планирования, выявил потенциальные эффекты к получению от развития систем планирования [13]. С 1950-х гг. и до наших дней ASCM[1] (Association for Supply Chain Management – некоммерческая международная образовательная организация, реализующая программы стандартизации и сертификации специалистов в области производственного операционного управления) популяризирует развитие систем планирования и предпринимает попытки создания универсальной терминологии для планирования за счет совместной работы практикующих профессиональных плановиков корпораций из разных отраслей.

Современные зарубежные авторы уделяют большое внимание цифровизации планирования.

R.M. Galankashi et al. раскрывают цифровизацию планирования как один из основных драйверов повышения гибкости в производственных компаниях, что в свою очередь приводит к повышению эффективности деятельности компании в целом [14]. T.S. Deepu et al. анализируют три группы факторов принятия решений (организационные, технологические, инновационные) в отношении цифровизации планирования для достижения максимальной эффективности цифровизации с учетом специфики конкретной компании [15]. K.P. Liu et al. выявили положительную взаимосвязь в промышленных предприятиях между цифровизацией, интеграцией и финансовыми показателями, а также определили, что крупные компании получают наибольшую выгоду от цифровизации сначала своей внутренней цепи поставок, а затем внешней, в то время как малые предприятия, наоборот, получают выгоду в первую очередь от цифровизации внешней цепи поставок [16]. S. Lou et al. изучают вопросы определения оптимальных границ для цифровых платформ цепей поставок с учетом затрат и компетенций, необходимых для поддержания платформы, выбора стратегического приоритета между развитием взаимодействия организации с внешней средой и внутренним ростом организации [17]. A. Aamer et al. изучают элементы (технологии, люди, процессы) и факторы, способствующие цифровизации промышленности: ИТ-инфраструктура, системы кибербезопасности, переподготовка и повышение квалификации в области цифровизации, культура цифровизации, поддержка высшего руководства, стратегия цифровизации и инноваций, интегрированная цепочка поставок, управление цифровыми инновациями, управление большими данными и аналитика данных, государственное регулирование [18]. C. Culotta et al. изучают вопросы создания и применения цифровых платформ в промышленных предприятиях [19]. K. Kalaboukas et al. рассматривают возможность применения технологии цифровых двойников для управления промышленными цепочками поставок, особое внимание уделяют конвергенции продукта, производственной среды и системы планирования при формировании системы цифровых двойников цепочек поставок [20]. D. Ivanov et al. изучают создание облачных цифровых платформ для управления цепочками поставок, утверждают, что цепочки поставок, управляемые через подобные платформы, приобретают новые свойства, такие как многоструктурная динамика, экосистемность, прозрачность, динамический состав услуг с динамически меняющимися ролями покупателя/поставщика, устойчивость и жизнеспособность, переплетенные сети поставок и круговая экономика [21].

Зарубежная теория и практика планирования активно развиваются во многом через сочетания устоявшихся общепринятых методов с применением нового инструментария цифровизации, что позволяет выводить планирование на новый уровень.

[1] ASCM – Association for Supply Chain Management. [online] Available at: // https://www.ascm.org [Accessed 02.10.2024].

Современные российские авторы в своих исследованиях основываются как на отечественном, так и на зарубежном опыте.

Д.А. Гаврилов адаптирует зарубежные стандарты и методы планирования, получившие активное развитие в 1980–2010 гг., к российским реалиям и в российской терминологии на основе членства в международных ассоциациях по планированию и опыта внедрения систем на российских предприятиях, особенно в машиностроительной отрасли [22]. В.В. Солодовников на основе зарубежных методик систематизирует практику внедрения систем планирования в отечественных и международных холдингах черной металлургии, изучает вопросы планирования на микроуровне – предприятий, в том числе холдинговых объединений, особое внимание уделяет цифровизации планирования на основе типовых методов [23]. А.Е. Карлик изучает вопросы цифровизации систем планирования и особое внимание уделяет факторам, обеспечивающим успешную цифровизацию планирования; предложенные подходы применимы как на микро-, так и на макроуровне [24]. Е.В. Смирнова исследует модификации системы планирования промышленного предприятия для адаптации к изменениям системной среды промышленного предприятия, изучает планирование на микроуровне предприятия и на макроуровне государства, а также взаимосвязи и взаимовлияния систем планирования этих уровней [25]. Ж.А. Ермакова рассматривает планирование как регулирующее воздействие для региональных кластеров [26]. И.О. Самохвалов предлагает прикладные действия для повышения эффективности планирования в рамках реализации проекта создания поездов для высокоскоростного железнодорожного движения – создание единой номенклатурной базы изделий для поездов [27]. Исследования современных российских авторов охватывают вопросы планирования разных уровней и функциональных областей в широком диапазоне теоретической и прикладной значимости.

С.Ю. Глазьев считает моментом начала информационно-цифровой революции появление ЭВМ [30].

Процесс, включающий стадии развития от ЭВМ, перфокарт, компьютеров и далее до современной цифровизации, наиболее корректно можно назвать «информатизацией». Информатизация охватывает всю историю внедрения и эволюции информационных технологий. Этот термин отражает общий процесс развития, в ходе которого происходили внедрение *машинотехнических средств*, *компьютеризация*, а затем и *цифровизация* всех аспектов работы и управления информацией в различных сферах. Процесс информатизации планирования проявляется через применение информационных технологий. Информатизация планирования началась на уровне государства, затем в промышленных объединениях и на крупных предприятиях. Сегодня независимо от масштаба бизнеса для планирования применяются информационные технологии, что обусловлено в том числе их доступностью. По нашему мнению, процесс информатизации планирования активизировался с появлением персональных компьютеров. Массовое применение вычислительных мощностей для решения задач планирования характеризуется быстрым (за 30 лет) прохождением стадий информатизации: от применения машинотехнических средств через компьютеризацию к цифровизации. В контексте промышленных предприятий на стадии применения машинотехнических средств существовали отдельные, локальные «машины» (ЭВМ, ПВМ – персональные вычислительные машины, компьютеры) для решения узкофункциональных задач, например, бухгалтерии; переход на стадию компьютеризации произошел после объединения компьютеров предприятия в заводскую сеть; на стадии цифровизации функционирует всеобъемлющая информационная среда, созданная цифровыми технологиями. Выявленные характеристики стадий информатизации систем планирования предприятий (применение машинотехнических средств, компьютеризация и цифровизация) представлены в табл. 1.

Цифровизация как стадия информатизации системы планирования характеризуется постоянно действующей и не ограниченной в своем развитии интеграцией, мгновенным и непрерывным

отражением событий материального потока в информационных системах без специальных действий для этого, решением всех возможных задач только в цифровой среде.

Таблица 1. Характеристики стадий информатизации систем планирования
Table 1. Characteristics of the stages of informatization of planning systems

Стадия	Интеграция	Актуальность данных планирования	Уровень, задачи планирования
Применение машинотехнических средств	Отсутствует или выполняется как уникальное событие	Высокая трудоемкость и сложность отражения материального потока в информационной системе (ИС)	Узкофункциональные арифметические задачи для разового уникального и/или оперативного решения
Компьютеризация	Ограничена заранее определенной областью	Ввод в ИС не требует особых навыков, носит регулярный дискретный характер, требует специальных действий	Многофункциональные задачи взаимодействия и расчетов оперативного и тактического уровня
Цифровизация	Постоянно действующая и неограниченная в своем развитии	События материального потока мгновенно и непрерывно отражаются в ИС без специальных действий для этого	Все возможные задачи решаются только в цифровой среде
Вывод о наблюдаемой тенденции	Повышается степень интеграции до работы в едином непрерывном информационном пространстве	Повышается актуальность данных в цифровой ИС за счет сближения вплоть до соединения материального и информационного потоков	Повышается степень абстракции, уровень сложности и ассортимент задач, решаемых непосредственно и только в цифровой среде

Составлено авторами на основе анализа практических примеров и литературы [14, 28].

Такие тенденции информатизации систем планирования по направлению к стадии цифровизации можно обозначить «цифровой трансформацией». Это становится возможным за счет повышения функциональности информационных систем, что, кроме прочего, значительно снижает барьер доступности взаимодействия с цифровой средой для участников процессов планирования, формирует новые требования к компетенции плановиков.

Вместе с тем остается нерешенным ряд вопросов, связанных с организацией и эффективностью цифровизации планирования на предприятиях. В частности, мало разработанной выступает цифровизация сквозного планирования для экономических форм объединений предприятий (холдингов, корпораций, кластеров и пр.), включающих предприятия машиностроения с объемами выпуска и поставки продукции единичного и мелкосерийного типа производства.

Цель

Целью настоящего исследования является обоснование цифровизации сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге, включающем предприятия с объемами выпуска и поставки продукции единичного и мелкосерийного типа производства.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

– определить эффекты, получаемые предприятием от цифровизации внутрифирменного планирования;

– обозначить элементы сквозной системы планирования машиностроительного холдинга с точки зрения цифровизации;

– исследовать изменения системы планирования машиностроительного холдинга для приобретения свойств сквозной и цифровой;

– сформулировать предложения по внедрению и развитию цифровизации системы планирования, выявить связанные с этим проблемы и риски, предложив соответствующие рекомендации.

Объект исследования – машиностроительный холдинг. Исследована цифровизация процессов планирования на среднесрочном и оперативном уровне как в рамках одной производственной бизнес-единицы (завод, предприятие, организация, фабрика), так и для крупных объединений из нескольких производственных единиц, включающих в том числе предприятия машиностроения с объемами выпуска и поставки продукции единичного и мелкосерийного типа производства. Предметом настоящего исследования являются экономические отношения, формирующиеся между участниками планирования в процессе цифровизации (изменения бизнес-процессов).

Методы и материалы

В работе применены следующие методы: индукции и дедукции – от частных наблюдений прикладных решений к общим методическим выводам и затем обратно к применению методик на практике при развитии системы планирования; монографический метод с концентрацией на проблемах планирования машиностроительных холдингов, включающих предприятия с объемами выпуска и поставки продукции единичного и мелкосерийного типа производства; эмпирические методы сбора информации о планировании – группировка и анализ показателей, анкетирование для выявления предпосылок, формирующих внутреннюю потребность машиностроительных предприятий в цифровизации системы планирования, а также для оценки адекватности полученных результатов поставленным целям цифровизации планирования; очное и заочное систематизированное интервьюирование в отношении системы планирования предприятий.

Теоретическую основу исследования составляют труды российских и зарубежных ученых по экономическому и производственному планированию, кибернетике и цифровизации планирования, планированию как части системы управления предприятием.

Исходными материалами для исследования послужили документы, информационные отчеты и аналитические материалы холдинга среднего машиностроения Топливная компания госкорпорации «Росатом» «ТВЭЛ» (ТВЭЛ) и холдинга транспортного машиностроения «Синара – Транспортные машины» (СТМ). Аналитические и информационные материалы включали: отчеты о замерах и оценке показателей, в том числе на основе транзакций в информационной системе; аналитические отчеты документов планирования и фиксации наблюдений за процессом планирования; отчет об интервьюировании. Для целеполагания на основе лучших практик использованы отчеты ведущих мировых поставщиков программного обеспечения для планирования и консультантов. В качестве источников статистических данных по актуальной ситуации цифровизации в промышленности РФ использованы отчеты НИУ ВШЭ и информация Росстат.

Результаты

Современные методы и инструменты организации процессов планирования с использованием цифровых технологий повышают эффективность планирования. Цифровизация позволяет осуществлять планирование на качественно новом уровне, на порядки повышая скорость, количество данных и участников планирования.

Мы рассматриваем цифровизацию двояко: с одной стороны, внешняя среда требует быстрого перевода планирования в цифровую среду, с другой – цифровизация дает технико-методические возможности организации единой (сквозной) системы планирования в холдингах и иных объединениях. Таким образом, цифровизация – это вызов и шанс одновременно.

Система планирования состоит из нескольких элементов. При построении системы планирования в машиностроительных холдингах необходимо учитывать все направления модернизации:

этапность модификации системы планирования, элементы системы планирования и их изменения, предприятия холдинга (включая управляющую компанию). Построение системы планирования с использованием цифровизации предполагает гармоничное развитие всех направлений.

Для машиностроительных холдингов целью цифровизации системы планирования является создание сквозной системы планирования машиностроительного холдинга. Такая система позволяет создать в холдинге управляемый процесс планирования посредством централизованного конфигурирования процесса планирования через интегрированные информационные системы. Под управление процессом в данном случае подпадают и определение алгоритма процесса, и исполнение этого алгоритма. Достичь такой управляемости процесса в современной информационно-насыщенной промышленной среде невозможно иными способами, кроме как цифровизацией; альтернативные подходы, например регламентация и стандартизация процессов планирования, должны быть использованы как обеспечивающие.

Отечественные и зарубежные авторы предлагают различные подходы к определению элементов системы планирования. С учетом объекта и целей настоящего исследования, с упором на такие характеристики системы планирования, как сквозная и цифровая, а также с концентрацией на машиностроительных холдингах, мы предлагаем авторский подход к определению элементов системы планирования с точки зрения цифровизации в табл. 2.

Таблица 2. Элементы системы планирования в рамках цифровизации
Table 2. Elements of the planning system within the framework of digitalization

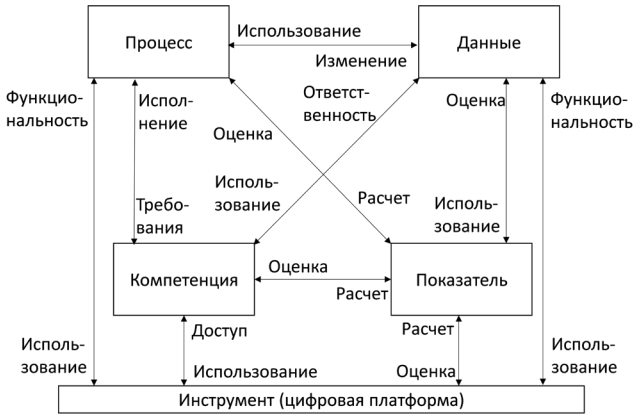
Элемент	Определение	Характеристики
Процесс	Все последовательности действий, которые необходимы для выполнения всех задач планирования	Внутрифункциональные и кросс-функциональные; регулярные и по событию; рекурсивность – процессы верхнего уровня содержат в себе процессы нижнего уровня
Данные	Подмножество (используемых для решения всех задач планирования) множества всех данных во всех источниках	Динамические данные; нормативные данные; техногенные данные
Показатель	Формируются в процессах и на основании данных планирования, используются для измерений и оценок	Количественные и качественные; Внутренние и внешние
Компетенция	Требования к ролям и к исполнителям ролей в планировании	Внутренние и внешние
Инструментарий	Аппаратные, программные и прочие средства осуществления планирования	Бизнес-функциональные и техногенные; глобальные (сквозные) или локальны

Составлено авторами путем развития и дополнения сущностей SCOR-модели[2].

План развития цифровой сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге должен включать развитие всех элементов. Недостаточность развития одного из них снижает надежность системы планирования, приводит к недостижению поставленных перед ней целей, к повышенной компенсирующей нагрузке на другие элементы.

Взаимосвязи между элементами системы планирования определяют необходимость гармоничного развития этих элементов. Каждый элемент связан с каждым элементом двунаправленной связью, взаимосвязи представлены на рис. 1.

[2] ASCM Supply Chain Operations Reference Model. SCOR Digital Standard. [online] Available at: https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/intro-and-front-matter-scor-digital-standard2.pdf [Accessed 02.10.2024].



Разработано авторами применительно к цифровизации системы планирования.

Рис. 1. Элементы системы планирования применительно к цифровизации

Fig. 1. Elements of the planning system in the context of digitalization

Поскольку все элементы системы планирования взаимосвязаны между собой, на рисунке показаны двусторонние связи. Система планирования, создаваемая как комплекс элементов, обеспечивает достижение целевых эффектов.

Анализ проведен на основе машиностроительных холдингов ТВЭЛ и СТМ. Для этих холдингов, включая предприятия, характерны эффекты цифровизации планирования: внешние – снижение запасов, обеспечение возможности расширения ассортимента выпускаемой продукции, повышение уровня клиентского сервиса; и внутренние – снижение трудоемкости планирования, параллельность централизованного планирования за счет одновременной датацентричной работы плановиков многих предприятий, что позволяет кардинально снизить длительность планирования, положительно влияет на сокращение срока прохождения управленческого сигнала и согласованность планов.

Характеристики единичного и мелкосерийного типа производства определяют требования к особенностям планирования, что отражено в табл. 3.

Требования к системе планирования должны учитывать специфику производственной среды в машиностроительном холдинге, включающем предприятия с объемами выпуска и поставки продукции единичного и мелкосерийного типа производства; для формирования специфичных требований следует использовать табл. 3.

С учетом сегодняшних скоростей принятия решений и изменчивости факторов удовлетворить этим требованиям к сквозной системе планирования машиностроительного холдинга возможно только на основе цифровых инструментов.

Рассмотрим разработанную систему сквозного планирования машиностроительного холдинга с использованием цифровых инструментов и этапы построения этой системы. Разработка системы началась и частично была реализована на заводе Уралхиммаш (тяжелое машиностроение для нефтегазохимии), получила развитие в ТВЭЛ (включает несколько заводов среднего машиностроения) и в наибольшей степени была реализована в СТМ (включает более десяти заводов).

Промышленная среда холдинга определяет готовность системы планирования к переходу на стадию сквозной цифровизации. Важные аспекты функционирования цифровой системы планирования – это наличие необходимых данных, обеспечение поддержки смежных систем и функций. В табл. 4 показаны требования к показателям системы планирования [29].

Критерии точности для каждого показателя были определены в соответствии с его спецификой. Для каждого показателя типовые подходы и методики расчета должны быть адаптированы

с учетом специфики предприятия. В упрощенной форме взаимоувязать показатели можно следующим образом: чтобы точно поставить продукцию заказчику, надо сформировать план производства готовой продукции, соответствующий заказам клиентов; чтобы выполнить план производства, должны быть вовремя поставлены покупные ТМЦ и вовремя произведены полуфабрикаты собственного изготовления; чтобы вовремя произвести полуфабрикаты собственного изготовления, необходима информация о мощностях, спецификациях, техпроцессах и запасах; чтобы мощности, спецификации и техпроцессы были готовы к моменту, когда они потребуются, должны быть своевременно выполнены этапы технологической подготовки производства, разработки конструкторской и технологической документации; чтобы система планирования в целом была стабильна, планы и прогнозы продаж должны быть в допустимых пределах изменчивости в рамках цикла планирования. За каждую группу показателей есть свои ответственные по функциональным вертикалям и соответствующим смежным (под)системам.

Таблица 3. Требования к цифровизации планирования с учетом характеристик единичного и мелкосерийного типа производства
Table 3. Requirements for planning digitalization taking into account the characteristics of single-piece and small-scale production

Характеристика типа производства	Требование к цифровизации планирования
Низкий темп производственного процесса готовой продукции; компоненты, составляющие готовую продукцию, могут изготавливаться с большей скоростью	Возможности обработки информации и корректировки планов из-за несоответствий низких темпов сборки готовой продукции и высоких темпов изготовления компонентов
Длительный производственный цикл	Обеспечение интеграции многочисленных оперативных и краткосрочных планов на протяжении продолжительного непрерывного периода
Управление жизненным циклом продукции	Возможность планирования на всех стадиях жизненного цикла продукции

Разработано авторами для контекстуального определения требований к модификации системы планирования.

Для получения максимально возможных эффектов цифровой системе сквозного планирования машиностроительного холдинга необходимо стремиться придать следующие свойства [29–31]: эмерджентность, делимость, адаптивность, мобильность, гибкость; целенаправленность, целостность, структурированность планов по содержанию, объему, детализации информации и интервалам планирования, целеориентированность интеграции разделов плана, гибкость, актуальность, экономичность, взаимосвязанность, отчуждаемость; способность к эволюционному развитию, модульность, пригодность (контролируемость, управляемость данных, безопасность, производительность, доступность и масштабируемость), интегрируемость, функциональность.

Система планирования машиностроительного холдинга находится в непрерывном цикличном изменении в связи с влиянием изменяющихся внутренних и внешних факторов. Е.В. Смирнова, исследуя этот вопрос, предлагает использовать в отношении изменений (модификаций) системы планирования термин «модернизация» в значении «вводить усовершенствования, улучшать и обновлять объект, сделать отвечающим современным требованиям» [25]. Мы считаем, что процесс изменения происходит постоянно – управляемо или нет. Результат управляемого процесса изменения системы планирования направлен на модернизацию; результат неуправляемого процесса непредсказуемый, зачастую – деградация. Схематично процесс изменения системы планирования представлен на рис. 2.

Таблица 4. Показатели эффективной системы планирования
Table 4. Indicators of an effective planning system

Показатель	Примечание	Целевое значение, %
Готовая продукция для заказчика	Отношение поставленной готовой продукции точно к общему количеству заказанной готовой продукции	90
Точно в срок товарный выпуск	Отношение произведенной продукции по отношению к общему количеству продукции согласно плану	95
Поставки сырья и материалов в срок	Отношение поставленных на предприятие покупных товарно-материальных ценностей (ТМЦ) по отношению к потребности в покупных ТМЦ согласно плану	95
Производство полуфабрикатов собственного изготовления	Отношение произведенных полуфабрикатов в срок по отношению к общему количеству полуфабрикатов согласно плану	95
Информация о мощностях	Количество точных записей о производственных мощностях по отношению к общему количеству записей	95
Точность спецификаций	Количество точных записей о спецификациях продукции по отношению к общему количеству записей	98
Точность техпроцессов	Количество точных записей о техпроцессах по отношению к общему количеству записей	98
Точность запасов	Количество точных записей о запасах по отношению к общему количеству записей	95
Технологическая подготовка производства*	Количество выполненных заданий на подготовку производства по отношению к общему количеству заданий	98
Разработка конструкторской и технологической документации*	Количество выполненных заданий на разработку документации по отношению к общему количеству заданий	95
Стабильность плана	Изменчивость плана от версии к версии и в процессе декомпозиции планового задания	75
Точность прогноза продаж	Изменчивость прогноза продаж от версии к версии	75
Цифровая зрелость*	Количество элементов в единой цифровой среде по отношению к общему количеству элементов системы планирования	75

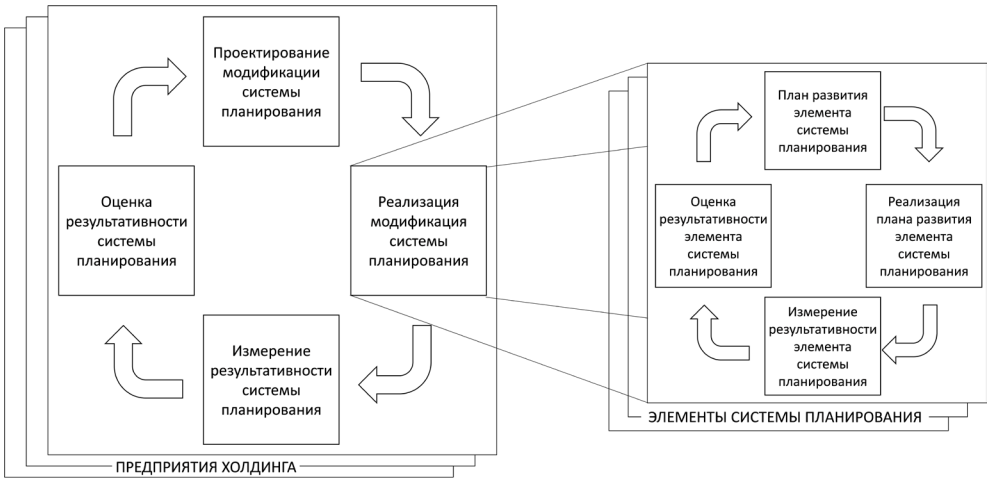
Таблица показателей частично заимствована из [29] и дополнена авторским вкладом – показатели, отмеченные звездочкой (*).

Схема процесса изменения (модернизации) системы планирования содержит этапы ее изменений в разрезе предприятий и элементов системы планирования, а также этапы изменений самих элементов. Такой подход к модернизации обеспечивает осуществление управляемого процесса изменения системы планирования, в частности – цифровизации. Эта схема позволяет частично раскрыть понятие «сквозной» системы планирования в значении полноты охвата и применения унифицированных элементов системы планирования на всех предприятиях.

Процесс изменения системы планирования начинается с этапа измерения ее результативности. На этом этапе количественные и качественные показатели определяются (если ранее не были определены) и замеряются.

На следующем этапе – оценке результативности – определяются целевые показатели системы планирования (если ранее не были определены), проводится их сопоставление с фактическими.

На этапе проектирования модификации системы планирования для достижения целевого состояния определяются подходы к ней, позволяющие осуществить изменения наиболее экономным способом. В машиностроительном холдинге при реализации сквозной системы планирования



Авторская разработка визуализации модификации системы планирования выполнена с использованием модели стоимостного управления проектами TCM [32].

Рис. 2. Процесс изменения системы планирования в холдинге

Fig. 2. Process of changing the holding planning system

в цифровой среде с использованием эволюционного подхода к модификации на этом этапе необходимо:

– интегрировать существующие системы планирования на предприятиях холдинга или внедрять новые системы;

– использовать узкоспециализированный модуль для планирования или воспользоваться универсальным программным обеспечением;

– осуществлять цифровизацию в функциональной последовательности (цифровизовать сначала одну функцию во всех бизнес-единицах, затем другую и т.д.) или в организационной последовательности (цифровизовать все функции сначала на одном предприятии, затем на другом и т.д.);

– переводить в цифровую среду существующие процессы планирования и данные для планирования или сначала реализовать мероприятия по нормализации процессов и данных;

– формировать централизованную верхнеуровневую систему планирования в управляющей компании на основе и после цифровизации систем планирования нижестоящих уровней или в первую очередь достичь целевого состояния системы планирования верхнего уровня, а затем переходить к нижестоящим.

На этапе реализации модификации системы планирования разрабатываются и внедряются изменения элементов системы планирования.

Модернизация системы планирования в ТВЭЛ проводилась коллективом внутренних лидеров изменений, научных сотрудников ВШЭ и СПбПУ, консультантов ведущих российских и международных поставщиков программного обеспечения для планирования. Модернизация заключалась в построении сквозной и цифровой системы планирования в холдинге, включая предприятия с совокупной выручкой более 200 млрд руб.

Первый этап – измерения результативности системы планирования ТВЭЛ – включал разработку методики картирования, моделирование материального потока производства, моделирование информационного потока планирования. Выполнены замеры времени протекания процессов планирования, посчитаны ключевые показатели эффективности. Получены комментарии о проблемах в системе планирования, которые следует в первую очередь рассмотреть для решения через цифровизацию.

Источник: разработано авторами.

Рис. 3. Оценка удовлетворенности планированием в ТВЭЛ

Fig. 3. Assessment of satisfaction with planning via TVEL

Второй этап – оценка результативности системы планирования – включал определение целевой системы планирования; для этого использовалось анкетирование, в том числе: составление анкеты, проведение анкетирования, анализ ее результатов, их представление. Анкета включала семь вопросов для оценки текущего и желательного состояния системы планирования; для каждого вопроса было предложено три варианта оценки и от трех до десяти уточняющих характеристик, которые надо было оценить по пятибалльной шкале. В анкетирование приняли участие восемь предприятий, были охвачены функции продажи, производство, развитие производственной системы, техническое развитие и качество, финансы и экономика, генеральные директора, безопасность. Всего было обработано 647 ответов. Выявлены запросы на сокращение длительностей планирования: на 44% для регулярного ежемесячного/ежеквартального планирования, на 6% для оценки изменения плана, на 34% при внедрении изменения плана. Полученные в результате анкетирования оценки удовлетворенности качества, трудоемкости, оптимальности плана, длительности процесса планирования представлены на рис. 3.

Определены абсолютные значения целевой длительности планирования, некоторой необходимой к внедрению функциональности системы планирования и ожидания от финансово-экономических драйверов эффектов внедрения цифровой системы планирования.

На третьем этапе – проектировании модификации системы планирования – на основе состояния данных, ИТ-ландшафта и организационной готовности были сформулированы предложения о подходах к ней. Предложения были реализованы на четвертом этапе.

Выявлены 49 видов данных, необходимых для осуществления планирования:

– с учетом специфики производства часть данных хранится в специализированных информационных системах класса 1Б в выделенном сегменте либо вне информационной системы;

– 11 видов данных ведутся в информационных системах;

– для 25 видов данных есть функциональность в информационных системах, но данные не ведутся в информационных системах;

– для ведения 13 видов данных нужны доработки информационных систем.

ИТ-ландшафт предприятий разнородный, но на всех предприятиях установлена система SAP, в которой есть функциональность ведения планов производства. Поэтому принято решение использовать SAP как единый источник данных для сквозной системы планирования, в том числе в первом цикле модернизации системы планирования для мониторинга показателей дисциплины исполнения планов производства.

Ролевая структура функции планирования и процессы планирования разнородны по предприятиям и продуктовым вертикалям, что формулирует заказ на унификацию ролей и функций в сквозной системе планирования.

На четвертом этапе – реализации модификации системы планирования – для каждого элемента системы планирования были спланированы, реализованы, измерены и оценены изменения. Изменения были спланированы исходя из возможных сроков реализации, распространялись по сквозному принципу одинаково на все предприятия или носили локальный характер.

Для всех предприятий машиностроительного холдинга ТВЭЛ определены частично единые (охватывает не все уровни планирования) процессы, данные, показатели, компетенции и инструментарий. Мониторинг соблюдения организован с использованием системы QlikView класса Business Intelligence (BI), источник данных – информационная система SAP, установленная на всех предприятиях холдинга по единому шаблону. Ответственные назначены на роль главного планировщика завода. Контроль показателей запасов и исполнения планов производства точно в срок продемонстрировал положительное влияние наличия корпоративных требований к заводским системам планирования производства – на 30% улучшилась дисциплина исполнения производственных планов заводов, запасы достигли целевых значений.

ТВЭЛ имеет вертикально-интегрированную структуру. Для некоторых его предприятий были внедрены специальные элементы системы планирования, предназначенные для регулярной интенсивной межзаводской кооперации. Для одной из продуктовых групп по внутрихолдинговой кооперации достигнуты показатели: повышение точности заказа (точность спроса) на 54% на горизонте трех месяцев, повышение поставки внутреннему клиенту точно в срок на уровне лучших мировых практик 98%, снижение суммарного запаса на складах готовой продукции поставщика и склада покупных ТМЦ потребителя более чем на 0,5 млрд руб.

Процесс или цикл модернизации завершился возвращением к первым этапам – для системы планирования ТВЭЛ по результатам модернизации измерены показатели и проведена оценка посредством сравнения с продемонстрированными результатами схожих холдингов, результаты представлены в табл. 5.

Не все показанные улучшения носят характеристику сквозных в ТВЭЛ, большая часть относится лишь к некоторым предприятиям и продуктовым группам. Полное достижение системой планирования состояния сквозной и цифровой – эту задачу в ТВЭЛ еще предстоит решить.

Контур построения сквозной цифровой системы планирования холдинга СТМ включал более десяти предприятий крупного транспортного машиностроения (судовые и тепловозные дизельные двигатели мощностью более 500 кВт, локомотивы, путевая техника) с совокупной выручкой более 150 млрд руб. Для достижения целевого состояния системы планирования было выполнено несколько инкрементальных циклов модернизации.

На первых двух этапах – измерении и оценке результативности системы планирования – определены показатели, организован контроль и оценка показателей, необходимых для ее цифровизации. Продемонстрированные возможности решать нестандартные производственные задачи использованы для качественной оценки системы планирования. Количественные показатели замерены по 10–15 производственным площадкам, с учетом текущей организационной

структуры холдинга. Для каждого показателя определены формулы расчета, источники данных, ответственные за данные, за расчет показателей и за достижение целевых значений показателей. В табл. 6 представлены консолидированные значения, средние по площадкам и месяцам в отчетный период.

Таблица 5. Оценка цифровой трансформации системы планирования ТВЭЛ
Table 5. Evaluation of the TVEL planning system digital transformation

Показатель	Улучшение по результатам цифровой трансформации			
	ТВЭЛ	Аналог	Источник	Консультант
Запасы, %	–20	–10 ... –30	ESCO USA, Panduit USA	Oracle
Затраты, %	–7	–7	Panduit USA	Oracle
Уровень сервиса, %	+14	+2 ... +50	Информация не раскрыта	SAP, ВШЭ
Точно-в-срок, %	+35	+32	Trinecke Zelezarny	ВШЭ и RL
Использование мощностей, %	+50	+50	Cummins Power Generation	Oracle
Длительность планирования, дн.	–60	–30 ... –90	Butler Manufacturing USA, ESCO USA, Mark Andy, Cummins Power Generation	Oracle

Составлено авторами на основе данных из открытых источников ТВЭЛ.

Таблица 6. Фактические показатели цифровой трансформации системы планирования СТМ
Table 6. Actual indicators of the STM planning system digital transformation

Показатель	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Цель
Точность поставок продукции заказчику, %	51	83	92	73	77	62	90
Точно в срок товарный выпуск, %	55	81	90	54	43	29	95
Ритмичность, %					26	38	80
Поставки сырья и материалов в срок, %	65	74	79	84	49	50	95
Точно в срок производство полуфабрикатов собственного изготовления, %	52	68	90	73	76	н/д	95
Точность спецификаций, точность техпроцессов, %	н/д	46	70	37	н/д	н/д	98
Разработка конструкторской и технологической документации, %	н/д	н/д	69	42	н/д	30	95
Стабильность плана, %	н/д	н/д	н/д	42	н/д	26	75
Точность прогноза продаж, %	н/д	н/д	86	44	н/д	н/д	75

Составлено авторами на основе данных из открытых источников СТМ.

Лучшие значения бизнес-показателей были достигнуты в 2019–2020 гг. (рост по основным показателям со среднего уровня от примерно 55% в 2018 г. до примерно 90% в 2020 г.). В этот период происходила наиболее значимая модернизация сквозной системы планирования в цифровой среде. Планы производства начали вести в системе с начала 2020 г., основная интеграционная функциональность для планирования потребности в покупных ТМЦ была введена в эксплуатацию в середине 2020 г. Пандемия COVID-19 никак не сказалась на процессах планирования, так как в период наибольших ограничений они уже были переведены в единую цифровую среду и позволяли осуществлять планирование в гибком формате работы. Опубликованные качественные планы

на среднесрочный горизонт позволили снизить запасы по всей цепи на 0,3 млрд руб. в течение трех месяцев после внедрения регулярного процесса планирования продаж и операций. Достижение высоких показателей в тот период было обеспечено и другими факторами, такими как стабильность долгосрочного (на три года) спроса, отсутствие шоковых для производства проектов по изменению топологии производств и перераспределения продукции, сохранение стабильной команды управленцев, которые на протяжении длительного периода (более двух лет) осуществляли регулярный менеджмент операционной деятельности.

В период 2022–2023 гг. развитие системы планирования было сосредоточено на локальных функциональных задачах, например, на создании системы оперативного планирования с использованием информационной системы класса APS на отдельных предприятиях с дальнейшим тиражированием на все предприятия, или на обособленном проекте по внедрению единой системы закупок. Ранее внедренные методы и инструменты планирования в этот период продолжают функционировать.

Причина значительного падения по основным показателям с целевого уровня 2020 г. в последующие периоды заключается не во внутренних проблемах системы планирования. Модернизация системы планирования за трехлетний период продемонстрировала положительную качественную и количественную динамику. Производство получило методический и технический инструментарий, позволяющий управлять на качественно новом уровне. Модернизированная система планирования была адаптирована для бизнес-среды всех предприятий. Это все подтверждается ростом показателей на протяжении трех лет. Причиной падения показателей явились процессы на уровне менеджмента, а именно: проблемы со снабжением, вызванные отложенным эффектом пандемии, санкциями и изыманием денежных средств из операционной деятельности для развития новых бизнесов; вследствие достигнутых успехов неконтролируемое разрастание управленческого персонала с зачастую несовместимыми подходами к организации и развитию бизнеса; тенденция к децентрализации управления бизнес-направлениями, противоречащая ранее проводимой политики централизации. Эти изменения ставят новые вызовы для менеджмента компании, при этом созданная система планирования способна помочь ответить на такие вызовы, особенно с учетом встроенной в систему планирования возможности эволюционного развития.

Отметим, что мониторинг показателей претерпевает изменения на протяжении жизненного цикла развития системы планирования:

– результирующие, распространенные, устоявшиеся, понятные и наиболее доступные для расчета показатели контролируются на всем жизненном цикле системы планирования – точность поставок продукции заказчику, точно в срок товарный выпуск, поставки сырья и материалов в срок, точно в срок производство полуфабрикатов собственного изготовления;

– показатели, требующие дополнительных методических и расчетных усилий, рассчитываются периодически, чтобы обратить внимание определенные функциональные вертикали на необходимость участия в развитии системы планирования – ритмичность, точность прогноза продаж, точность спецификаций, точность техпроцессов, разработка конструкторской и технологической документации;

– показатели, требующие организации фактического наблюдения за материальным потоком или сложного анализа многих данных, наиболее сложны для замеров – точность информации о мощностях, точность спецификаций, точность техпроцессов, точность запасов;

– подход к расчету некоторых показателей изменяется по мере появления достоверных данных в системе планирования от экспертных оценок к расчету на основе данных – поставки сырья и материалов в срок, точно в срок производство полуфабрикатов собственного изготовления.

На третьем этапе модернизации были определены подходы к модернизации системы планирования, которые в СТМ отличались от примененных в ТВЭЛ. В модернизации СТМ с целью цифровизации в первую очередь подверглись элементы системы планирования на уровне холдинга.

При этом в СТМ поступательное движение направлено на построение цифровой системы сквозного планирования сверху вниз: каждый вышестоящий уровень формулирует правила и исходные данные в части планов для нижестоящего уровня. Это относится как к уровням управляющая компания – дивизион – завод, так и к уровням среднесрочное планирование – мастер-планирование – оперативное планирование. Одновременно с этим, параллельно, должен формироваться восходящий поток единых фактов от нижнего уровня материального потока до верхнего уровня стратегического управления холдингом. Принятые решения масштабируются по горизонтали – на все предприятия и функции холдинга.

На четвертом этапе модернизации системы планирования СТМ реализованы подходы в следующей последовательности:

– Цифровизация системы планирования уровня холдинга. Исключены потери в передаче данных между предприятиями и холдингом за счет работы предприятий непосредственно в системе планирования холдинга. На среднесрочном уровне сформирован единый для всех предприятий холдинга процесс планирования продаж и операций в одной цифровой среде и ролевой структуре.

– Интеграция системы планирования предприятия с системой планирования холдинга в единой цифровой и методической среде реализована для одного пилотного предприятия на оперативном уровне.

– Подключение в единую цифровую и методическую среду всех предприятий холдинга на оперативном уровне.

– Повторение действий для внедрения новой функциональности системы планирования и встраивания систем планирования предприятий в сквозную цифровую систему планирования холдинга.

Аналогичные характеристики предприятий СТМ позволяют внедрять на всех предприятиях системы планирования без значительных модификаций.

Следующие процессы планирования реализованы в цифровой среде: планирование продаж и операций, планирование потребности в покупных ТМЦ, планирование кооперации, главное календарное планирование, планирование заданий по плану производства. Более 20 информационных систем реализуют отдельные функциональности планирования для отдельных предприятий холдинга в составе интегрированной сквозной системы планирования. Управление этой системой, состоящей из систем предприятий, осуществляется через центральную информационную систему, с которой связаны все другие системы. Роль центральной информационной системы решающая – в ней не только интегрируются все данные, но и содержатся правила конфигурации системы планирования, которые распространяются на остальные системы. Архитектура связей всех систем через центральную систему (звезда) позволяет значительно сократить количество интеграций в сравнении с архитектурой связи каждой системы с каждой системой (peer-to-peer). Решения о дальнейшем развитии систем принимаются на основании фактических достижений, технической и организационной готовности.

Центральная информационная система планирования СТМ построена на программном продукте 1С ERP. Использование преимущественно типовых возможностей 1С позволило легко обновить информационную базу с версии 2.4 до версии 2.5. Источниками оперативных данных для планирования служит центральная информационная система планирования 1С холдинга, а также системы входящих в СТМ предприятий, из которых данные поступают в центральную систему планирования посредством интеграции. На всех предприятиях для учетных функций используется 1С, интегрируемые системы на платформе 1С (1С БП, 1С УПП, 1С КА, 1С ERP) позволяют сформировать единые правила интеграции, сопоставления объектов информационных баз. В системе планирования СТМ 1С ERP ведутся основные данные для планирования, нормативно-справочная информация для планирования, аналитические и управленческие отчеты по планированию.

Цикл модернизации системы планирования в СТМ завершается оценкой достигнутых результатов и определением возможностей дальнейшего развития.

В СТМ планирование производства по номенклатуре в наибольшей степени отвечает требованиям цифровизации сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге – охватывает в единой методической и цифровой среде все 15 предприятий и все смежные функции, позволяет реализовывать плановые решения от уровня холдинга до уровня производства в цехе и на рабочем центре со скоростью прохождения управленческого сигнала до четырех часов, включая моделирование и утверждение планов. Такая скорость возможна только при процессах, которые существуют в цифровой среде, на основе совместной датацентричной работы.

Несмотря на то, что планирование по сути приобрело характер сквозного, остался нерешенным ряд проблем для формирования методически завершенной целостной системы сквозного планирования:

– тактический уровень планирования не интегрирован со стратегическим уровнем планирования на регулярной основе;

– планирование операционной деятельности не взаимоувязано с планированием научно-технического развития предприятия;

– не достигнута гармонизация в управлении развитием планирования и учета в функциональных вертикалях операционной деятельности – снабжение (в том числе склад), экономика (в том числе бюджетирование и управленческая отчетность);

– техническое несовершенство ИТ-решений, особенно в части задач интеграции;

– не завершен переход к полной цифровой экосистеме планирования в рамках всего холдинга, когда все функции планирования и учета осуществляются в единой цифровой среде с минимальными трудозатратами сотрудников на рутинные операции.

Обсуждение

Изучение отечественного и зарубежного опыта позволило выявить тенденции информатизации планирования. Актуальность перехода планирования на следующую стадию информатизации – стадию цифровизации – подтверждается возможностью получения положительных эффектов; с другой стороны, цифровизация планирования сопряжена с необходимостью решения ряда методических проблем. Для решения этих проблем в машиностроительном холдинге предложено использовать системный подход к процессу изменения системы планирования в направлении цифровизации. Придать системе планирования свойства сквозной в процессе изменений позволяет декомпозиция системы планирования машиностроительного холдинга на единые элементы с точки зрения цифровизации с одновременным взглядом на холдинг как на совокупность функций и предприятий. Восприятие процесса изменения системы планирования как непрерывного и цикличного позволяет ее модернизировать эволюционным, экономным подходом.

Проведенное на материалах ТВЭЛ и СТМ исследование практического опыта применения сформулированных рекомендаций по цифровизации сквозной системы планирования в машиностроительном холдинге подтвердило полезность рекомендаций. После четырех этапов модернизации системы планирования (измерение и оценка результативности системы планирования, проектирование и реализация системы планирования) были изменены ее элементы с точки зрения цифровизации (процесс, данные, компетенция, показатель, инструментарий), получены положительные эффекты (внутренние и внешние по отношению к системе планирования). Такой четырехэтапный цикл был выполнен несколько раз в рамках непрерывного инкрементального процесса изменения (модернизации) системы планирования. В результате практического применения рекомендаций были выявлены проблемы и риски, которые не позволили в полной мере достичь построения цифровой сквозной системы планирования холдинга:

– необходимость выбора между системами планирования и их характеристиками, которые являются взаимоисключающими. В момент принятия ключевых решений, определяющих будущий облик системы планирования, она остается недостаточно изученной;

– кардинальное изменение системы планирования и, как следствие, системы управления в условиях нестабильной внутренней и внешней среды. Противоречие заключается в необходимости выделения ресурсов на перспективное развитие несмотря на то, что будущее остается неопределенным, а текущие задачи требуют немедленных решений;

– новые требования к компетенциям и готовность персонала к изменениям. Однако замена кадров невозможна, и важно удержать существующих сотрудников. Работники, привыкшие к одной системе, сталкиваются с необходимостью быстрой и качественной адаптации к новой;

– новизна подходов к планированию и необходимость их освоения менеджерами. Новые подходы к планированию существенно отличаются (на самом деле – дополняют и опережают) от традиционных, основанных на показателях рентабельности и прибыльности. Для успешной реализации изменений менеджеры должны глубоко понять и принять эти новые методы.

Эти проблемы и риски определили направления дальнейших исследований.

Заключение

Предложенные подходы цифровизации систем планирования, которые обладают признаками сквозного планирования, обеспечивают достижение положительных эффектов: в процессе цифровизации – сокращение стоимости и длительности цифровизации предприятия; в процессе планирования за счет его цифровизации – повышение скорости планирования, снижение трудоемкости планирования, создание новой функциональности планирования; для бизнеса – повышение уровня клиентского сервиса, снижение запасов, обеспечение возможности расширения ассортимента и объема выпуска. При этом необходимо дальнейшее развитие сквозных подходов к планированию с точки зрения обеспечения достижения значимых бизнес-эффектов от системы планирования в материальном и информационном потоке – главным образом за счет обеспечения поддержки системы планирования смежными бизнес-функциями. Особое внимание следует уделить системному развитию цифровизации планирования научно-технического развития [28]. Таким образом, в процесс изменения системы планирования дополнительно к предприятиям и элементам добавится еще одно направление – бизнес-функция, осуществляющая или обеспечивающая планирование.

Направления дальнейших исследований

Перспективные направления исследований – это изучение возможности создания саморазвивающейся цифровой системы планирования для усиления положительных эффектов от цифровизации планирования, обеспечения вовлечения предприятий и функций к совместному планированию в цифровой среде и совершенствованию сквозной цифровой системы планирования. Эволюционное развитие платформенных цифровых систем планирования позволит создать полностью сквозную систему планирования экономических и организационных форм объединений предприятий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. (2024) *Цифровая экономика: 2024: краткий статистический сборник*, М.: ИСИЭЗ ВШЭ. DOI: https://doi.org/10.17323/978-5-7598-3011-5

2. Лола И.С., Дубкова А.Д., Семина В.В., Мануков А.Б (2024) *Тенденции инвестиционной активности промышленности в цифровое и технологическое развитие в 2023 г.*, М.: НИУ ВШЭ.

3. Струмилин С.Г. (1959) *Избранные произведения: в 5 т.*, Т. 5, М.: Наука.

4. Кондратьев Н.Д. (1993) *Избранные сочинения*, М.: Экономика.

5. Канторович Л.В., Немчинов В.С., Новожилов В.В. (1965) Лауреаты Ленинской премии 1965 г. *Экономика и математические методы*, 1 (3), 463–464.

6. Базаров В.К. (1924) *К методологии перспективного планирования*, М.: Госплан СССР.

7. Гастев А.К. (1972) *Как надо работать. Практическое введение в науку организации труда*, 2-е изд., М.: Экономика.

8. Глушков В.М. (1975) *Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС*, М.: Статистика.

9. Соболев С.Л., Китов А.И., Ляпунов А.А. (1955) Основные черты кибернетики. *Вопросы философии*, 4.

10. Родов А.С., Крутянский Д.И. (1964) *План, поток, ритм*, Ростов н/Д: Ростовское книжное издательство.

11. Форрестер Дж. (1971) *Основы кибернетики предприятия* (*Индустриальная динамика*), общ. ред. и предисл. Д.М. Гвишиани. М.: Прогресс.

12. Orlicky J. (1975) *Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management*, New York: McGrow-Hill.

13. Wight O. (1981) *Manufacturing Resource Planning: MRP II: Unlocking America's Productivity Potential*, Boston: CBI Publishing Co.

14. Rahiminezhad Galankashi M., Helmi S.A., Abdul Rahim A.R., Rafiei F.M. (2019) Agility assessment in manufacturing companies. *Benchmarking: An International Journal*, 26 (7), 2081–2104. DOI: https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2018-0328

15. Deepu T.S., Ravi V. (2021) A conceptual framework for supply chain digitalization using integrated systems model approach and DIKW hierarchy. *Intelligent Systems with Applications*, 10–11, art. no. 200048. DOI: https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200048

16. Liu K.P., Chiu W., Chu J., Zheng L.J. (2022) The Impact of Digitalization on Supply Chain Integration and Performance: A Comparison Between Large Enterprises and SMEs. *Journal of Global Information Management*, 30 (1), 1–20. DOI: https://doi.org/10.4018/JGIM.311450

17. Lou S., Wang J., Xia J. (2022) Understanding the boundary decision of digital platform enterprises. *Industrial Management & Data Systems*, 122 (1), 235–250. DOI: https://doi.org/10.1108/IMDS-12-2020-0720

18. Aamer A., Sahara C.R., Al-Awlaqi M.A. (2023) Digitalization of the supply chain: transformation factors. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 14 (4), 713–733. DOI: https://doi.org/10.1108/JSTPM-01-2021-0001

19. Culotta C., Blome C., Henke M. (2024) Theories of digital platforms for supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 54 (5), 449–475. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2023-0016

20. Kalaboukas K., Kiritsis D., Arampatzis G. (2023) Governance framework for autonomous and cognitive digital twins in agile supply chains. *Computers in Industry*, 146, art. no. 103857. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103857

21. Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B. (2022) Cloud supply chain: Integrating Industry 4.0 and digital platforms in the "Supply Chain-as-a-Service". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 160, art. no. 102676. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102676

22. Гаврилов Д.А. (2005) *Управление производством на базе стандарта MRP2*, 2-е изд., СПб.: Питер.

23. Солодовников В.В. (2017) *Методология интегрированного планирования цепей поставок промышленных предприятий* (*на примере комплексов черной металлургии*), монография, НИУ ВШЭ, М.: ИТКОР.

24. Карлик А.Е., Белоусова Л.С., Мигунова Е.А. (2013) Развитие информационной поддержки планирования на промышленном предприятии. *Экономическое возрождение России*, 4 (38), 74–80.

25. Смирнова Е.В. (2011) Целевая ориентация модификации систем планирования промышленных предприятий в условиях рыночной экономики. *Вестник ОГУ*, 8 (127), 122–129.

26. Ермакова Ж.А., Холодилина Ю.Е. (2022) Методологические аспекты управления кластером как социально-экономической системой региона. *Вестник Самарского муниципального института управления*, 3, 15–26.

27. Самохвалов И.О., Рудаков А.А. (2023) Мероприятия по минимизации негативных последствий импортозамещения при реализации проектов по созданию высокоскоростных магистралей. *π-Economy*, 16 (4), 108–120. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.16407

28. Qin Y., Shen Y. (2024) Can Process Digitization Improve Firm Innovation Performance? Process Digitization as Job Resources and Demands. *Sustainability*, 16 (13), art. no. 5295. DOI: https://doi.org/10.3390/su16135295

29. Wight O. (2017) *The Oliver Wight Class A Standard for Business Excellence*, 7th ed., NJ: John Wiley & Sons.

30. Глазьев С.Ю. (2018) Информационно-цифровая революция. *Евразийская интеграция: экономика, право, политика*, 1 (23), 70–83.

31. Steyn J. (2016) *OTC Project Insights – Volume 1*, Free State, South Africa: Owner Team Consultation (Pty) Ltd.

REFERENCES

1. Abashkin V.L., Abdrakhmanova G.I., Vishnevskii K.O., Gokhberg L.M. et al. (2024) *Tsifrovaia ekonomika: 2024: kratkii statisticheskii sbornik* [*Digital Economy: 2024: A Brief Statistical Digest*], Moscow: ISIEZ VSHE. DOI: https://doi.org/10.17323/978-5-7598-3011-5

2. Lola I.S., Dubkova A.D., Semina V.V., Manukov A.B (2024) *Tendentsii investitsionnoi aktivnosti promyshlennosti v tsifrovoe i tekhnologicheskoe razvitie v 2023 g.* [*Trends in industrial investment activity in digital and technological development in 2023*], Moscow: NIU VSHE.

3. Strumilin S.G. (1959) *Izbrannye proizvedeniia* [*Selected works*], vol. 5, Moscow: Nauka.

4. Kondrat'ev N.D. (1993) *Izbrannye sochineniia* [*Selected works*], Moscow: Ekonomika.

5. Kantorovich L.V., Nemchinov V.S., Novozhilov V.V. (1965) *Laureaty Leninskoi premii 1965 g.* [*Lenin Prize Laureates 1965*], Economics and Mathematical Methods, 1 (3), 463–464.

6. Bazarov V.K. (1924) *K metodologii perspektivnogo planirovaniia* [*On the methodology of long-term planning*], Moscow: Gosplan SSSR.

7. Gastev A.K. (1972) *Kak nado rabotat'. Prakticheskoe vvedenie v nauku organizatsii truda* [*How to Work. A Practical Introduction to the Science of Labor Organization*], 2nd ed., Moscow: Ekonomika.

8. Glushkov V.M. (1975) *Makroekonomicheskie modeli i printsipy postroeniia OGAS* [*Macroeconomic models and principles of construction of OGAS*], Moscow: Statistika.

9. Sobolev S.L., Kitov A.I., Liapunov A.A. (1955) Osnovnye cherty kibernetiki [The main features of cybernetics]. *Voprosy filosofii*, 4.

10. Rodov A.S., Krutianskii D.I. (1964) *Plan, potok, ritm* [*Plan, flow, rhythm*]. Rostov-na-Donu: Rostovskoe knizhnoe izdatel'stvo.

11. Forrester J.W. (1961) *Industrial dynamics*, Waltham, MA: Pegasus Communications.

12. Orlicky J. (1975) *Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management*, New York: McGrow-Hill.

13. Wight O. (1981) *Manufacturing Resource Planning: MRP II: Unlocking America's Productivity Potential*, Boston: CBI Publishing Co.

14. Rahiminezhad Galankashi M., Helmi S.A., Abdul Rahim A.R., Rafiei F.M. (2019) Agility assessment in manufacturing companies. *Benchmarking: An International Journal*, 26 (7), 2081–2104. DOI: https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2018-0328

15. Deepu T.S., Ravi V. (2021) A conceptual framework for supply chain digitalization using integrated systems model approach and DIKW hierarchy. *Intelligent Systems with Applications*, 10–11, art. no. 200048. DOI: https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200048

16. Liu K.P., Chiu W., Chu J., Zheng L.J. (2022) The Impact of Digitalization on Supply Chain Integration and Performance: A Comparison Between Large Enterprises and SMEs. *Journal of Global Information Management*, 30 (1), 1–20. DOI: https://doi.org/10.4018/JGIM.311450

17. Lou S., Wang J., Xia J. (2022) Understanding the boundary decision of digital platform enterprises. *Industrial Management & Data Systems*, 122 (1), 235–250. DOI: https://doi.org/10.1108/IMDS-12-2020-0720

18. Aamer A., Sahara C.R., Al-Awlaqi M.A. (2023) Digitalization of the supply chain: transformation factors. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 14 (4), 713–733. DOI: https://doi.org/10.1108/JSTPM-01-2021-0001

19. Culotta C., Blome C., Henke M. (2024) Theories of digital platforms for supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 54 (5), 449–475. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2023-0016

20. Kalaboukas K., Kiritsis D., Arampatzis G. (2023) Governance framework for autonomous and cognitive digital twins in agile supply chains. *Computers in Industry*, 146, art. no. 103857. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103857

21. Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B. (2022) Cloud supply chain: Integrating Industry 4.0 and digital platforms in the "Supply Chain-as-a-Service". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 160, art. no. 102676. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102676

22. Gavrilov D.A. (2005) *Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP2* [*Production management based on the MRP2 standard*], 2nd ed., St. Petersburg: Piter.

23. Solodovnikov V.V. (2017) *Metodologiia integrirovannogo planirovaniia tsepei postavok promyshlennykh predpriiatii* (*na primere kompleksov chernoi metallurgii*) [*Methodology of integrated planning of supply chains of industrial enterprises* (*using ferrous metallurgy complexes as an example*)], monograph, NIU VSHE, M.: ITKOR.

24. Karlik A.E., Evchenko A.V. (2013) Methodological foundations of modern predictive and analytical research: about the complex social and economic indicators of regional development. *Economic Revival of Russia*, 4 (38), 74–80.

25. Smirnova E.V. (2011) The purposeful orientation of the modification of the systems of planning industrial enterprises under the conditions of the market economy. *Vestnik OSU*, 8 (127), 122–129.

26. Ermakova Zh.A., Kholodilina Iu.E. (2022) Metodologicheskie aspekty upravleniia klasterom kak sotsial'no-ekonomicheskoi sistemoi regiona [Methodological aspects of cluster management as a socio-economic system of the region]. *Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniia* [*Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management*], 3, 15–26.

27. Samokhvalov I.O., Rudakov A.A. (2023) Measures minimizing the negative impact of import substitution in the implementation of high-speed railway projects. *π-Economy*, 16 (4), 108–120. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.16407

28. Qin Y., Shen Y. (2024) Can Process Digitization Improve Firm Innovation Performance? Process Digitization as Job Resources and Demands. *Sustainability*, 16 (13), art. no. 5295. DOI: https://doi.org/10.3390/su16135295

29. Wight O. (2017) *The Oliver Wight Class A Standard for Business Excellence*, 7th ed., NJ: John Wiley & Sons.

30. Glaz'ev S.Iu. (2018) Informatsionno-tsifrovaia revoliutsiia [Information and digital revolution]. *EURASIAN INTEGRATION: economics, law, politics*, 1 (23), 70–83.

31. Steyn J. (2016) *OTC Project Insights – Volume 1*, Free State, South Africa: Owner Team Consultation (Pty) Ltd.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ФОМИН Семён Григорьевич
E-mail: semafom@gmail.com
Semyon G. FOMIN
E-mail: semafom@gmail.com

ЕРМАКОВА Жанна Анатольевна
E-mail: 56ermakova@mail.ru
Zhanna A. ERMAKOVA
E-mail: 56ermakova@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4761-6200

Поступила: 26.08.2024; Одобрена: 30.09.2024; Принята: 30.09.2024.
Submitted: 26.08.2024; Approved: 30.09.2024; Accepted: 30.09.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 32–44.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 32–44.

Научная статья
УДК 338
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17502

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИИ 5.0

В.Н. Родионова , И.С. Антонов ✉

Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация

✉ antonovilya1999@mail.ru

Аннотация. В условиях нарастающей цифровой трансформации и перехода к Индустрии 5.0, представляющей собой качественно новую фазу индустриализации, традиционные подходы к обеспечению конкурентоспособности предприятий теряют свою актуальность. Индустрия 5.0 характеризуется глубокой интеграцией взаимодействия человека и машины, кастомизированными производственными процессами и усиленным вниманием к принципам устойчивого развития, что требует пересмотра методов стратегического управления предприятиями. *Цель исследования* заключается в обосновании применения многокритериального анализа для разработки адаптированных к условиям Индустрии 5.0 управленческих решений, направленных на обеспечение устойчивой конкурентоспособности промышленных предприятий. *Методология* работы основывается на системном подходе, включающем анализ, синтез, систематизацию, дедукцию и метод анализа иерархий для формирования критериев и альтернатив иерархических решений, а также для определения векторов их привлекательности. В результате исследования предложена методологическая конструкция, позволяющая учитывать динамические изменения внешней среды и формировать стратегически выверенные решения. *Основные результаты* исследования: 1) разработан принцип формирования критериев и альтернатив иерархии решений для повышения уровня устойчивой конкурентоспособности предприятий в условиях Индустрии 5.0; ключевые критерии включают скорость цифровых преобразований, инновационность, эффективность ресурсной базы и устойчивость к вызовам среды; 2) определены векторы привлекательности сформированных альтернатив, среди которых финансово-экономические решения оказались наиболее значимыми для укрепления устойчивой конкурентоспособности, а организационно-маркетинговые и производственно-цифровые решения выявлены как вспомогательные, но важные направления. *Научная новизна* исследования заключается в разработке системы многокритериального анализа, адаптированной к вызовам Индустрии 5.0, что позволяет предприятиям формировать гибкие и персонализированные стратегии повышения конкурентоспособности. *Практическая значимость* работы состоит в предложении инструментов для стратегического управления предприятиями, что способствует минимизации деструктивного воздействия цифровых изменений и укреплению конкурентных позиций в условиях новой индустриальной парадигмы. *Направления будущих исследований* включают изучение методов оптимизации решений для повышения гибкости управленческих процессов в условиях Индустрии 5.0.

Ключевые слова: устойчивая конкурентоспособность предприятия, цифровая трансформация, Индустрия 5.0, метод анализа иерархий, многокритериальный анализ, вызов, решения, приоритетность

Для цитирования: Родионова В.Н., Антонов И.С. (2024) Многокритериальный анализ и цифровые решения для повышения конкурентоспособности предприятий в условиях Индустрии 5.0. π-Economy, 17 (5), 32–44. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17502

© Родионова В.Н., Антонов И.С., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17502

MULTI-CRITERIA ANALYSIS AND DIGITAL SOLUTIONS TO IMPROVE THE COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 5.0

V.N. Rodionova , I.S. Antonov ✉

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation

✉ antonovilya1999@mail.ru

Abstract. In the context of increasing digital transformation and the transition to Industry 5.0, which represents a qualitatively new phase of industrialization, traditional approaches to ensuring the competitiveness of enterprises are losing their relevance. Industry 5.0 is characterized by a deep integration of human-machine interaction, customized production processes and increased attention to the principles of sustainable development, which requires a revision of the methods of strategic management of enterprises. *The purpose of the study* is to justify the application of multi-criteria analysis for the development of management decisions adapted to the conditions of Industry 5.0, aimed at ensuring the sustainable competitiveness of industrial enterprises. *The methodology* of the work is based on a systematic approach that includes analysis, synthesis, systematization, deduction and the hierarchy analysis method to form criteria and alternatives for hierarchical solutions, as well as to determine the vectors of their attractiveness. As a result of the research, a methodological design is proposed that allows taking into account the dynamic changes in the external environment and forming strategically verified decisions. *The main results* of the study are as follows: 1) the principle of forming criteria and alternatives to the hierarchy of decisions was developed to improve the level of sustainable competitiveness of enterprises in the context of Industry 5.0; the key criteria include the speed of digital transformation, innovation, efficiency of the resource base and resistance to environmental challenges; 2) the vectors of attractiveness of the formed alternatives were determined, among which financial and economic decisions turned out to be the most significant for strengthening sustainable competitiveness, and organizational, marketing and production digital decisions were identified as auxiliary, but important directions. *The scientific novelty* of the research consists in the development of a multi-criteria analysis system adapted to the challenges of Industry 5.0, which allows enterprises to form flexible and personalized strategies to improve competitiveness. *The practical significance* of the work consists in proposing tools for strategic management of enterprises, which helps to minimize the destructive impact of digital changes and strengthen competitive positions in the context of a new industrial paradigm. *Future research directions* include the study of methods for optimizing decisions to improve the flexibility of management processes in the Industry 5.0.

Keywords: sustainable competitiveness of the enterprise, digital transformation, Industry 5.0, hierarchy analysis method, multi-criteria analysis, challenge, decisions, priority

Citation: Rodionova V.N., Antonov I.S. (2024) Multi-criteria analysis and digital solutions to improve the competitiveness of enterprises in the context of Industry 5.0. π-Economy, 17 (5), 32–44. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17502

Введение

Актуальность исследования

В текущих условиях промышленные предприятия находятся под давлением различного рода деструктивных факторов, вызванных глобальными метаморфозами, затрагивающими все виды деятельности хозяйствующих субъектов [1]. Политика сдерживания, санкционные удары, цифровые трансформационные процессы, обусловленные интенсивным научно-технологическим развитием, принципиально изменили и качество жизни, и систему социально-экономических отношений. Отмеченные положения актуализируют задачу снижения дисбалансированного влияния упомянутых процессов на экономику предприятий и обеспечение их устойчивого функционирования в условиях цифровой трансформации.

© Rodionova V.N., Antonov I.S., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

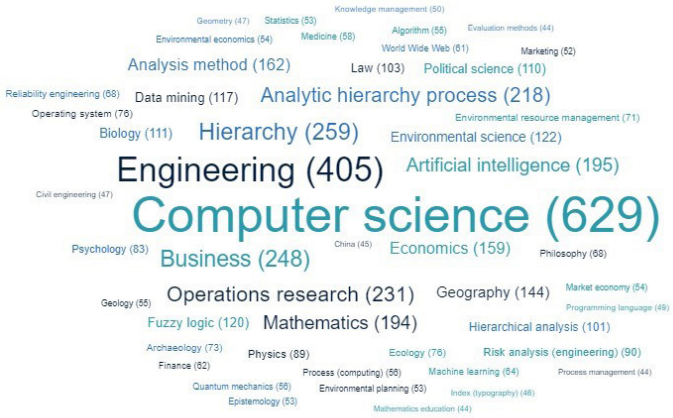
Концепция цифровой трансформации полностью меняет логику формирования корпоративных ценностей. Устойчивость конкурентных преимуществ достигается посредством реализации новых подходов в организации и управлении производством, цифровых преобразований в экономике предприятий и т.д. Так, исследователи F. Xue, X. Zhao, Y. Tan отмечают положительную корреляцию между уровнем цифровой трансформации и устойчивым конкурентным преимуществом производственных предприятий [2]. Б.М. Гарифуллин, В.В. Зябриков утверждают, что цифровая трансформация является способом сохранения лидирующих позиций, перезапускающим конкурентные соревнования на новой парадигме существования. При этом авторы обращают внимание на то, что тенденции цифровой трансформации представляют собой не безусловное благо для предприятия, а скорее исходящий из внешней среды вызов для него [3].

Цифровая трансформация становится новым инструментом достижения перспективных целей развития, но сопровождается множеством проблем и рисков стратегического, технологического, операционного характера, а также проблем, связанных с использованием большого объема генерируемых данных [4]. В этих условиях предприятиям важно разрабатывать комплексные мероприятия, ведущие к недопущению разбалансировки конкурентоспособности [5].

Объектом настоящего исследования является проблема обеспечения устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях Индустрии 5.0. Предметом исследования является процесс выбора решений на основе многокритериального анализа с использованием метода анализа иерархий.

Литературный обзор

Процесс обеспечения конкурентных преимуществ предприятия по своей природе является многоуровневым и широкоформатным, что объясняет отсутствие единого взгляда ученых-исследователей на понимание построения этого процесса [6]. Так, И.Л. Сурат отмечает, что на современном этапе экономического развития проблема обеспечения конкурентоспособности занимает центральное место в экономической науке [7]. К.А. Кудрявцев говорит о том, что решение задачи повышения конкурентоспособности предприятия затруднено ввиду сложностей формализации направления ее достижения, в силу синергетической связи различных сторон деятельности хозяйствующего субъекта. Исследователь справедливо отмечает, что достижение устойчивой конкурентоспособности предприятия обеспечивается за счет нескольких приоритетных факторов [8]. А.А. Рудычев с соавторами высказывают мнение, что управление конкурентоспособностью следует рассматривать как процесс принятия решений. Использование инструментов экономико-математического моделирования позволяет сформировать и принять во внимание конкретное управленческое решение в той или иной экономической ситуации. По словам авторов, эффективными математическими методами являются те, которые основываются на использовании методологии многокритериальной оптимизации применительно к проблемам выбора принципов оптимальности и методов нахождения решений в экстремальных задачах с несколькими критериями [9]. Использованию метода анализа иерархий к решению различных задач в области конкурентоспособности предприятия посвящены многие работы [10–15]. В частности, Б.П. Воловиковым обоснована значимость построения иерархии решений с использованием матрицы парных сравнений для определения конкурентоспособной продукции предприятия [16]. В.Л. Панова предлагает использовать метод анализа иерархий с целью определения интегральной оценки уровня цифровизации предприятия, который непосредственно отразится на возможности оставаться конкурентоспособным в условиях Индустрии 5.0 [17]. B. Feng и соавторы акцентируют внимание на том, что достижение устойчивых конкурентных преимуществ высокотехнологического предприятия возможно путем восстановления постоянных конкурентных преимуществ. Исследователи предлагают использовать аналитическую иерархию для оценки влияния основных технологических возможностей на обеспечение устойчивого конкурентного преимущества [18].



Источник: сформировано в базе Lens.org по результатам запроса авторов.
Рис. 1. Распределение по научным областям исследований,
опубликованных в базе Lens.org по тематике «метод анализа иерархии» (1977–2024 гг.)
Fig. 1. Distribution by scientific fields of research published
in the Lens.org database on the subject of “hierarchy analysis method” (1977–2024)

Проведем библиометрический анализ по ключевому слову «метод анализа иерархий» с использованием базы данных Lens.org. Данная база представляет собой достаточно обширную исследовательскую программу. В ходе генерации данных сформировались области научных знаний, в которых рассматриваемое явление имеет существенную значимость (рис. 1).

Итоговая выборка определила основные лидирующие области, к которым можно отнести: информатику (629), инженерию (405), бизнес (248), искусственный интеллект (195), экономику (159). Так, повышение конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики связано с необходимостью формирования актуальных компетенций. В этой связи М.Б. Флек и Е.А. Угнич применяют аналитическую иерархию как инструмент выбора модели цифровых компетенций, согласующихся с трендами развития экономический системы [19]. В работе [20] подчеркивается важность «грамотного» вхождения в цифровую среду и многокритериального моделирования готовности отрасли к цифровым преобразованиям. При этом в качестве критериев рассматриваются технико-технологические характеристики предприятий отрасли.

Вместе с тем, как показал анализ, отсутствуют исследования по оценке возможности и эффективности использования инструментария метода многокритериального моделирования для поиска и обоснования решений по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятий в условиях Индустрии 5.0, что делает настоящее исследование достаточно актуальным.

Цель исследования

Цель исследования заключается в обосновании принципа многокритериального анализа в выборе решений по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятий в условиях Индустрии 5.0.

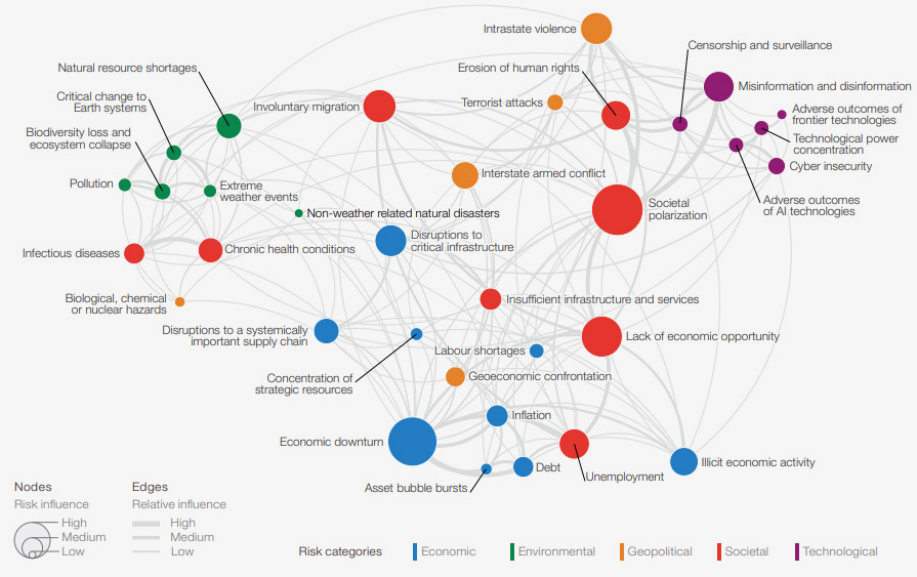
Задачами представленного исследования являются:

– предложить принцип формирования критериев и альтернатив иерархии решений для повышения уровня устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях Индустрии 5.0;

– определить векторы привлекательности сформированных альтернатив.

Материалы и методы

В работе в качестве методов исследования используются: анализ, синтез, систематизация, дедукция, аналитическая иерархия.



Источник: Всемирный экономический форум [4].

Рис. 2. Глобальный ландшафт рисков: карта взаимосвязей

Fig. 2. Global risk landscape: a map of relationships

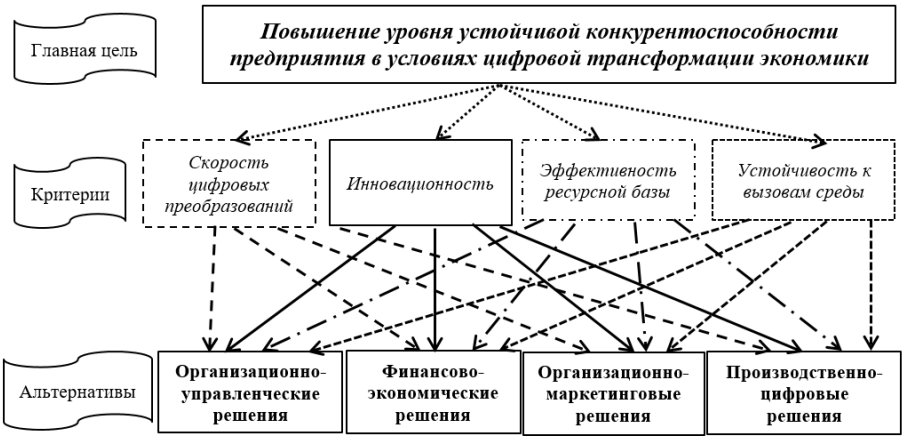
Результаты и обсуждение

Обратимся к отчету о глобальных рисках за 2024 год, сформированному на основе пленарных заседаний Всемирного экономического форума (рис. 2) [21].

Как видно из рис. 2, в кластере «Экономика» (Economic) риски связаны с экономическим спадом и сбоями в системообразующей цепочке поставок. Текущие мировые тренды вызывают трансформирование экономической деятельности и тем самым порождают необходимость внедрения процессов цифровой трансформации для сохранения имеющихся тенденций существования.

При этом в кластере «Технология» (Technological) имеют место риски, связанные с негативными последствиями передовых технологий и искусственного интеллекта, что позволяет говорить о дуалистической модели влияния цифровых преобразований и необходимости управления процессами цифровой трансформации с целью обеспечения устойчивого функционирования социально-экономических систем.

Очевидно, что регулярный мониторинг эффективности работы предприятия через оценку состояния его конкурентоспособности позволит своевременно выявить «проблемные зоны» существования и на ранних стадиях возникновения отклонений изменить ракурс общей концепции существования [22]. Данное положение подчеркивает необходимость оценки уровня устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики и Индустрии 5.0 [23] и поиска причин возможного ее низкого уровня. Действия по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятия концентрируются на решении выявленных проблем и генерировании возможных альтернативных путей по снижению влияния факторов отрицательного воздействия на устойчивость предприятия. Решение данной задачи, по мнению авторов, возможно с использованием метода анализа иерархий. Общее предназначение данного метода сводится к тому, что в матричном представлении происходит попарное сравнение изучаемых критериев и альтернатив лицом, принимающим решение, или группой экспертов, сформированной как кросс-функциональная группа по отношению к поставленной цели [24]. На выходе матрицы генерируется векторная приоритетность изучаемых альтернатив, которую необходимо



Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Иерархия решений по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики и Индустрии 5.0

Fig. 3. Hierarchy of decisions to ensure sustainable competitiveness of the enterprise in the context of digital transformation of the economy and Industry 5.0

принять во внимание для достижения желаемого результата. Важным аспектом применения метода на практике является наличие процедуры проверки согласованности принятых решений в виде индексов согласованности, что создает возможность минимизировать ошибочные суждения в выборе того или иного решения.

Следуя логике алгоритма метода анализа иерархий профессора Т.Л. Саати, были определены три уровня сравнений, а именно: уровень цели, критериальная совокупность и уровень альтернатив. Взаимосвязь этих уровней и составляет непосредственную иерархию. Представим иерархию решений по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики (рис. 3).

Как видно из рис. 3, поиск решений осуществляется в четырех проекциях, позволяющих «отслеживать» конкурентные преимущества в ключевых областях, принимая во внимание основные источники и факторы конкурентных преимуществ [25]: организации управления, экономике, маркетинге и производстве.

Критериальное наполнение метода исходило из того, что:

– скорость цифровых преобразований в текущих условиях является не только трендовым направлением функционирования, но и, как показала практика, действенным способом как в решении имеющихся проблем развития, так и в русле стабильного существования хозяйствующего субъекта. Качественное трансформирование предприятия в направлении цифрового наполнения бизнес-процессов знаниями и компетенциями позволит не только выйти на уровень долгосрочного удержания в условиях Индустрии 5.0, но и при определенной динамике и проводимых мероприятиях обрести новые возможности в конкурентной борьбе;

– инновационность. Современные реалии актуализируют необходимость в инновационной деятельности по следующим направлениям: новаторство в технологических процессах и в совершенствовании интеллектуально-кадрового потенциала, пересмотр ведения сбытовой политики, качество использования инвестиционных ресурсов и т.д. Все это в симбиозе приводит к выходу на новый уровень конкурентной борьбы. После прохождения всех бизнес-процессов по созданию продукции предприятие получает видоизмененное, трудно копируемое конкурентное преимущество, что является одним из основных действенных направлений по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятия;

– эффективность ресурсной базы. Ресурсообеспеченность, планирование, грамотное использование ресурсов создают определенный запас прочности в устойчивом существовании промышленного предприятия. Достижения стратегического успеха напрямую зависят от того, как используются ресурсы, как проводится системная работа по их взаимодействию в процессе непосредственного использования. Это в свою очередь отражается на возможности обладать вектором в укреплении устойчивой конкурентоспособности предприятия;

– устойчивость к факторам воздействия. Сформированный специфический критерий в должной мере позволяет укрупненно описать формат развития предприятия с позиции сохранения имеющегося положения независимо от различного рода факторных возмущений.

Таким образом, представленный перечень критериев способен должным образом описать векторальные пути повышения устойчивой конкурентоспособности предприятия, так как они являются фундаментальной основой, без которой обеспечение устойчивой конкурентоспособности не представляется возможным.

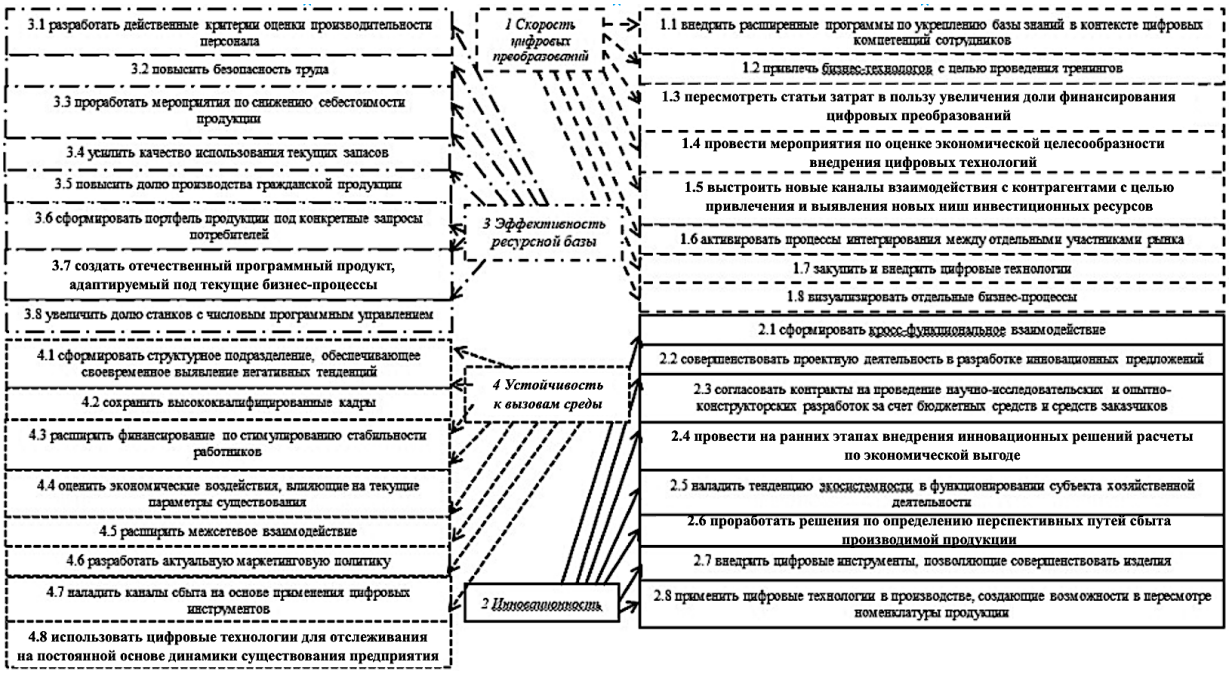
На основе выявленной проблемы низкого уровня устойчивой конкурентоспособности предприятия в результате применения методического инструмента для его оценки сформировались альтернативные пути его повышения. Проведение морфологического исследования определило реестр тех причинно-следственных связей, которые в итоге могут привести к неминуемой потере (в той или иной мере) уровня устойчивости. В связи с тем, что проблемные вопросы, как правило, имеют разноплановые направления воздействия на субъект хозяйственной деятельности, возникла необходимость учесть их факторное влияние через различные стыковые решения. Всеобъемлющий характер процессной работы позволит концептуально достичь поставленной цели своего существования.

Проведенное исследование позволило сформировать пять сравнений по критериям и альтернативам, которые представлены в следующей таблице.

Таблица. Вектор привлекательности альтернатив относительно достижения поставленной цели
Table. Vector of attractiveness of alternatives in relation to achieving the set goal

Нормализованные векторы (столбцы) матрицы попарных сравнений альтернатив по каждому критерию					Нормализованный вектор критериев с точки зрения цели	Вектор привлекательности в достижении поставленной цели (альтернативное решение)
	Скорость цифровых преобразований	Инновационность	Эффективность ресурсной базы	Устойчивость к вызовам среды		
Организационно-управленческие решения	0,063	0,077	0,077	0,446	0,460	0,093
Финансово-экономические решения	0,526	0,486	0,247	0,333	0,308	0,454
Организационно-маркетинговые решения	0,267	0,140	0,137	0,145	0,170	0,198
Производственно-цифровые решения	0,144	0,297	0,539	0,076	0,062	0,254

Источник: составлено и рассчитано авторами.



Источник: составлено авторами.

Рис. 4. Реестр решений по повышению устойчивой конкурентоспособности предприятия

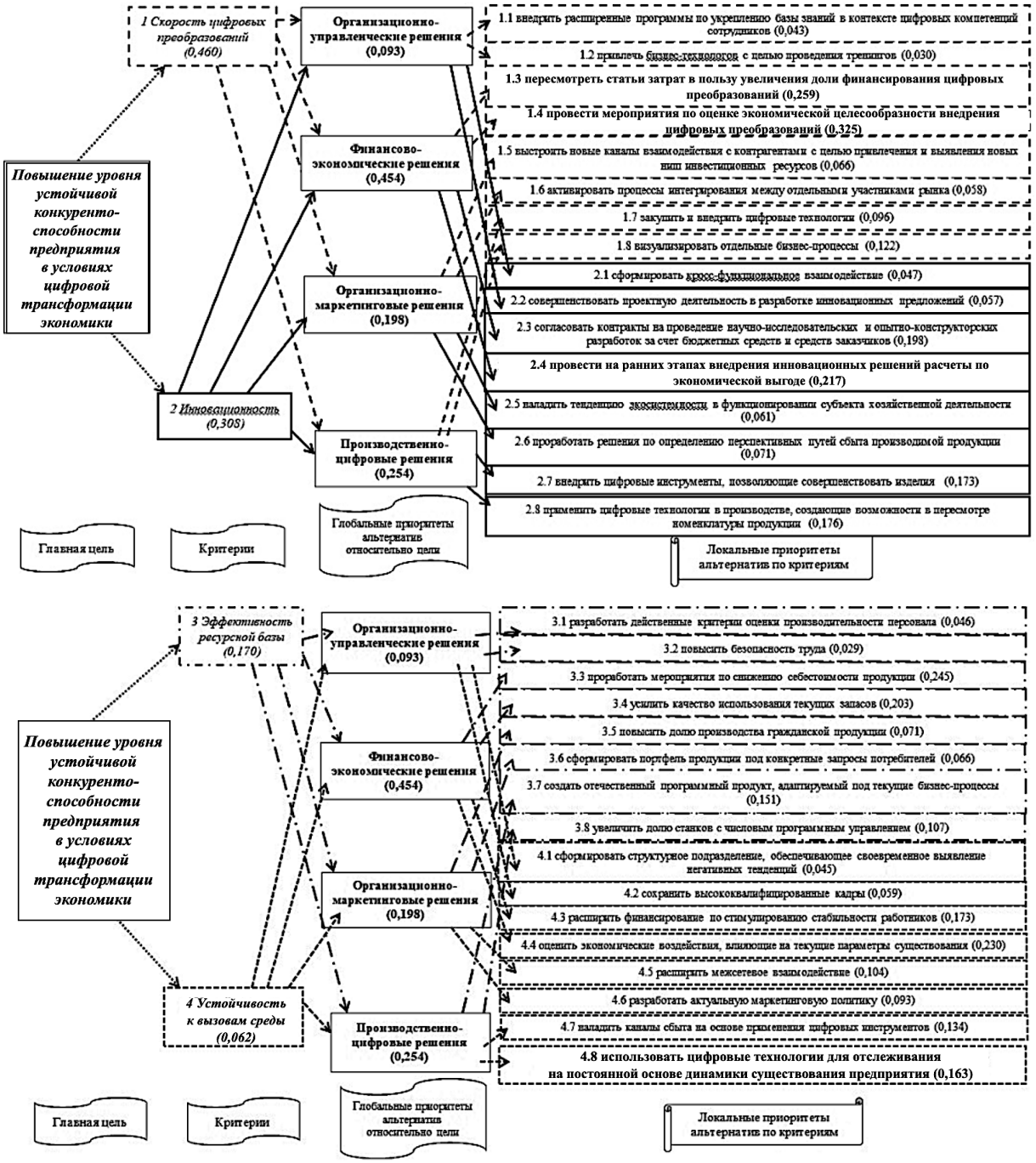
Fig. 4. Register of decisions to improve the sustainable competitiveness of the enterprise

Для нахождения вектора привлекательности умножаем, согласно правилам, матрицу попарных сравнений альтернатив по каждому критерию на нормализованный вектор критериев с точки зрения цели. Таким образом, по полученным расчетам видно, что финансово-экономические решения имеют наибольшую степень весомости в повышении устойчивой конкурентоспособности предприятия. В исследуемой проблематике центральным моментом становится определение весовых коэффициентов, которые имеют ценность при решении сложных многокритериальных задач, так как от них зависит интерпретация полученных результатов, отражающихся на дальнейшем функционировании субъекта хозяйственной деятельности в целом. Как показывает практика, наибольшей ценностью в достижении поставленных задач обладают не абстрактные способы, а конкретные узконаправленные специфические решения. В связи с этим авторами исследования предлагается перечень конкретных решений на основе сформированных альтернатив, которые также подвергнутся методу парных сравнений для определения их весовых коэффициентов (рис. 4). С прикладной точки зрения это будет являться дополнительной верификацией по определению векторов привлекательности сгруппированных решений.

Процедура парных сравнений по локальным приоритетам альтернатив состоит из расчета четырех матриц сравнения.

Проведенное исследование позволяет определить результирующие показатели в контексте весовых коэффициентов, определяющих наиболее действенные прикладные решения по укреплению устойчивой конкурентоспособности предприятия (рис. 5).

Стоит обратить внимание, что используемый метод анализа иерархий является гибким и действенным инструментом в достижении эффективного формата какой-либо программы, направленной на обеспечение устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики. Важным аспектом в фундаментальном процессном управлении программой является систематическое обновление параметров негативных влияний на устойчивую конкурентоспособность. Своевременное нахождение движущих сил, углубленное изучение их



Источник: составлено авторами.

Рис. 5. Детализированная иерархия решений по обеспечению устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики

Fig. 5. Detailed hierarchy of decisions to ensure sustainable competitiveness of the enterprise in the context of digital transformation of the economy

катализаторов приведет к недопущению разбалансировки общей системы функционирования предприятия.

Полученные результаты констатируют то, что использование данного метода позволяет определить весовые коэффициенты, которые играют существенную роль при решении сложных многокритериальных задач.

Авторами в результате применения разработанного методического инструмента был выявлен низкий и средний уровень устойчивой конкурентоспособности анализируемых предприятий региона. Данные результаты исследования обусловлены совокупностью факторов, к которым можно отнести: нехватку знаний, компетенций и данных по цифровым преобразованиям, невысокий уровень финансовых вложений в инновационную деятельность, недостаточную мотивацию персонала, отсутствие комплексной программы по сохранению устойчивой конкурентоспособности и др. С целью снижения дестабилизирующих факторов на устойчивую конкурентоспособность менеджменту предприятий был предложен метод анализа иерархии, позволяющий определить приоритетность альтернатив для достижения главенствующей цели. Апробация метода позволила корректно и эффективно принять соответствующие аналитические решения, способствующие выходу предприятий на вектор повышения их устойчивой конкурентоспособности.

Метод анализа иерархий, используемый для количественной оценки слабо и сложно структурированных систем, наиболее эффективен при решении задач определения значимости большого числа разнохарактерных факторов. Предлагаемый инструмент в повышении устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики служит навигатором, способствующим оптимизации функционирования предприятия в целом. Системный анализ в принятии решения дает возможность определить выверенный и наиболее эффективный вектор в достижении поставленной цели.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало, что метод анализа иерархий является эффективным инструментом для оценки и управления устойчивой конкурентоспособностью предприятия в условиях перехода к Индустрии 5.0. Основные результаты исследования:

1. Разработана иерархическая модель критериев и альтернатив, направленных на повышение устойчивой конкурентоспособности предприятий, ориентированная на специфику цифровой трансформации и концепции Индустрии 5.0. В рамках данной модели ключевое значение приобретают человекоцентричные подходы, гибкость управленческих решений и ориентация на инновационные технологии.
2. Выявлено, что среди различных альтернатив финансово-экономические решения обладают наибольшим приоритетом в условиях цифровизации. Однако для достижения максимального эффекта требуется адаптация глобальных стратегий к локальным условиям, что обеспечивает гибкость и точность управленческих решений в контексте непрерывных изменений, присущих Индустрии 5.0.
3. Установлено, что интеграция цифровых технологий и сквозных инноваций в бизнес-процессы способствует повышению устойчивой конкурентоспособности, однако требует постоянного мониторинга и корректировки стратегий для учета новых вызовов и факторов, таких как технологические прорывы, изменения в рыночной конъюнктуре и усиление конкуренции.

Таким образом, в условиях Индустрии 5.0 и цифровой трансформации предприятиям необходимо разрабатывать динамичные стратегии, основанные на гибком управлении и инновационных подходах [26]. Использование метода анализа иерархий позволяет не только оценить текущее состояние конкурентоспособности, но и выстроить эффективные долгосрочные решения, адаптированные к новым технологическим и экономическим вызовам.

Направления дальнейших исследований

Направления будущих исследований включают углубленный анализ роли искусственного интеллекта и цифровых технологий в управлении инновациями, а также исследование методов оптимизации решений на основе машинного обучения для повышения гибкости управленческих процессов в условиях Индустрии 5.0.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотников В.А. (2021) Стратегическое управление промышленными экосистемами на основе платформенной концепции. *Экономика и управление*, 27 (10), 751–765. DOI: https://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-10-751-765

2. Xue F., Zhao X., Tan Y. (2022) Digital Transformation of Manufacturing Enterprises: An Empirical Study on the Relationships between Digital Transformation, Boundary Spanning, and Sustainable Competitive Advantage. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1–16. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/4104314

3. Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В. (2018) Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы. *Креативная экономика*, 12 (9), 1345–1358. DOI: https://doi.org/10.18334/ce.12.9.39332

4. Лопатова Н.Г. (2021) Риски цифрового преобразования предприятия. *Экономическая наука сегодня*, 13, 112–118. DOI: https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-13-112-118

5. Agustian K., Mubarok E.S., Zen A., Wiwin W., Malik A.J. (2023) The Impact of Digital Transformation on Business Models and Competitive Advantage. *Technology and Society Perspectives* (*TACIT*), 1 (2), 79–93. DOI: https://doi.org/10.61100/tacit.v1i2.55

6. Салимова Т.А., Гуськова Н.Д., Краковская И.Н. (2018) От индустрии 4.0 к обществу 5.0: вызовы для устойчивой конкурентоспособности российской промышленности. *Цифровая экономика промышленности и сферы услуг: состояние и тенденции развития*, 168–173. DOI: https://doi.org/10.18720/IEP/2018.5/16

7. Сурат И.Л. (2018) Обеспечение конкурентоспособности в процессе управления предприятием. *Вестник экспериментального образования*, 1 (14), 19–32.

8. Кудрявцев К.А. (2010) «Раскрутка» конкуренции. Способы повышения конкурентоспособности предприятий. *Креативная экономика*, 12 (48), 123–129.

9. Рудычев А.А., Гавриловская С.П., Никитина Е.А., Ярмоленко Л.И. (2015) К вопросу применения методологии многокритериальной оптимизации в системе управления конкурентоспособностью предприятия. *Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова*, 5, 244–247.

10. Андрейчиков А.В., Неким В.А., Андрейчикова О.Н. (2006) Оценка конкурентной позиции предприятия методом анализа иерархий. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 4, 68–76.

11. Терелянский П.В., Кременов С.И. (2008) Реализация метода анализа иерархий для оценки конкурентоспособности компьютерных фирм. *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология*, 2 (13), 35–43.

12. Комиссарова М.А. (2008) Формирование конкурентоспособного потенциала угледобывающих предприятий в условиях рынка. *Вестник Южно-Российского государственного технического университета* (*Новочеркасского политехнического института*). *Серия: Социально-экономические науки*, 4, 14–19.

13. Иванова И.А., Сысоева Е.А. (2014) Оценка конкурентоспособности российских светотехнических предприятий на основе метода анализа иерархий. *Экономический анализ: теория и практика*, 26 (377), 47–53.

14. Ильин И.В., Зайченко И.М. (2017) Выбор стратегии развития предприятия на основе метода анализа иерархий. *Наука и бизнес: пути развития*, 1 (67), 29–36.

15. Фасхиев Х.А. (2010) Принятие маркетинговых решений на основе количественной оценки объектов. *Маркетинг в России и за рубежом*, 5 (79), 14–33.

16. Воловиков Б.П. (2011) Исследование конкурентоспособности продукта с применением метода анализа иерархий. *Известия Уральского государственного экономического университета*, 3 (35), 19–24.

17. Панова В.Л. (2021) Интегральная оценка уровня цифровизации предприятия методом структурно-иерархического анализа. *Вестник Института экономических исследований*, 2 (22), 163–171.

18. Feng B., Sun K., Chen M., Gao T. (2020) The Impact of Core Technological Capabilities of High-Tech Industry on Sustainable Competitive Advantage. *Sustainability*, 12 (7), 1–15. DOI: https://doi.org/10.3390/su12072980

19. Флек М.Б., Угнич Е.А. (2023) Разработка модели цифровых компетенций работников в условиях цифровой трансформации предприятия. *Перспективы науки и образования*, 63 (3), 706–723. DOI: https://doi.org/10.32744/pse.2023.3.43

20. Fahim Faisal S.M., Chandra Banik S., Sen Gupta P. (2024) Development of a readiness model for industry 4.0 using Analytical Hierarchy Process and Fuzzy Inference System: Bangladesh perspective. *Heliyon*, 10 (1), art. no. e23664. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23664

21. The global risks report 2024. *World Economic Forum*. [online] Available at: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf [Accessed: 16.09.2024]

22. Кочергина Т.В. (2022) Практика оценки конкурентоспособности предприятия. *Урал – драйвер неоиндустриального и инновационного развития России*, 79–83.

23. Антонов И. С., Родионова В.Н. (2024) Методический инструментарий оценки устойчивой конкурентоспособности предприятия в условиях цифровой трансформации экономики. *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии*, 1, 97–105.

24. Саати Т. (1993) *Принятие решений. Метод анализа иерархий*, М.: Радио и связь.

25. Кирильчук С.П., Ташенова Л. В., Наливайченко Е.В. (2024) Экзистенциальный фокус в развитии организаций при переходе к Индустрии 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17401

26. Бабкин А.В., Михайлов П.А., Шкарупета Е.В., Гаев К.Б. (2024). Методика оценки цифровой зрелости промышленного предприятия и экосистемы на основе динамического коэволюционного потенциала. *π-Economy*, 17 (4), 153–178. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17410

REFERENCES

1. Glukhov V.V., Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Plotnikov V.A. (2021) Strategic Management of Industrial Ecosystems Based on the Platform Concept. *Economics and Management*, 27 (10), 751–765. DOI: https://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-10-751-765

2. Xue F., Zhao X., Tan Y. (2022) Digital Transformation of Manufacturing Enterprises: An Empirical Study on the Relationships between Digital Transformation, Boundary Spanning, and Sustainable Competitive Advantage. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1–16. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/4104314

3. Garifullin B.M., Zyabrikov V.V. (2018) Digital transformation of business: models and algorithms. *Journal of Creative Economy*, 12 (9), 1345–1358. DOI: https://doi.org/10.18334/ce.12.9.39332

4. Lopatova N.G. (2021) Risks of digital transformation of the enterprise. *Ekonomicheskaia nauka segodnia* [*Economic Science Today*], 13, 112–118. DOI: https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-13-112-118

5. Agustian K., Mubarok E.S., Zen A., Wiwin W., Malik A.J. (2023) The Impact of Digital Transformation on Business Models and Competitive Advantage. *Technology and Society Perspectives* (*TACIT*), 1 (2), 79–93. DOI: https://doi.org/10.61100/tacit.v1i2.55

6. Salimova T.A., Gouskova N.D., Krakovskaya I.N. (2018) From Industry 4.0 to Society 5.0: Challenges for Sustainable Competitiveness of Russian Industry. *Tsifrovaia ekonomika promyshlennosti i sfery uslug: sostoianie i tendentsii razvitiia* [*Digital economy of industry and services: status and development trends*], 168–173. DOI: https://doi.org/10.18720/IEP/2018.5/16

7. Surat I.L. (2018) Ensuring competitiveness in the management of the enterprise. *Journal of Experimental Education*, 1 (14), 19–32.

8. Kudryavtsev K.A. (2010) Ways of competitiveness rise at the enterprises. *Journal of Creative Economy*, 12 (48), 123–129.

9. Rudychev A.A., Gavrilovskaya S.P., Nikitina E.A., Yarmolenko L.I. (2015) To the question of the application of the methodology of multi-criteria optimization in the control system the competitiveness of the enterprise. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 5, 244–247.

10. Andreichikov A.V., Nekim V.A., Andreichikova O.N. (2006) Otsenka konkurentnoi pozitsii predpriiatiia metodom analiza ierarkhii [Evaluation of the competitive position of an enterprise using the method of hierarchy analysis]. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building*, 4, 68–76.

11. Terelyanskiy P.V., Kremenov S.I. (2008) Realization of hierarchy analysis method for competitive strength assessment of computer firms. *Journal of Volgograd State University. Series 3: Economics. Ecology*, 2 (13), 35–43.

12. Komissarova M.A. (2008) Competitive potential's shaping of coal mining enterprises in market conditions. *Bulletin of the South-Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences*, 4, 14–19.

13. Ivanova I.A., Sysoeva E.A. (2014) Analytic hierarchy process: evaluation of competitive ability of Russian lighting equipment manufacturers. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 26 (377), 47–53.

14. Ilyin I.V., Zaichenko I.M. (2017) Hierarchy Analysis Method as a Tool of Selecting a Company Strategy. *Science and Business: Ways of Development*, 1 (67), 29–36.

15. Faskhiev Kh.A. (2010) Priniatie marketingovykh reshenii na osnove kolichestvennoi otsenki ob"ektov [Making Marketing Decisions Based on Quantitative Assessment of Objects]. *Journal of Marketing in Russia and Abroad*, 5 (79), 14–33.

16. Volovikov B.P. (2011) Product Competitiveness Research Applying the Hierarchies Analysis Method. *Journal of the Ural state university of economics*, 3 (35), 19–24.

17. Panova V.L. (2021) Integral assessment of the enterprise's level of digitalization by the method of structural and hierarchical analysis. *Vestnik Instituta ekonomicheskikh issledovanii* [*Bulletin of the Institute of Economic Research*], 2 (22), 163–171.

18. Feng B., Sun K., Chen M., Gao T. (2020) The Impact of Core Technological Capabilities of High-Tech Industry on Sustainable Competitive Advantage. *Sustainability*, 12 (7), 1–15. DOI: https://doi.org/10.3390/su12072980

19. Flek M.B., Ugnich E.A. (2023) Development of a model of employee's digital competencies in the conditions of the enterprise digital transformation. *Perspectives of Science and Education*, 63 (3), 706–723. DOI: https://doi.org/10.32744/pse.2023.3.43

20. Fahim Faisal S.M., Chandra Banik S., Sen Gupta P. (2024) Development of a readiness model for industry 4.0 using Analytical Hierarchy Process and Fuzzy Inference System: Bangladesh perspective. *Heliyon*, 10 (1), art. no. e23664. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23664

21. The global risks report 2024. *World Economic Forum*. [online] Available at: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf [Accessed: 16.09.2024]

22. Kochergina T.V. (2022) Praktika otsenki konkurentosposobnosti predpriiatiia [Practice of assessing the competitiveness of an enterprise]. *Ural – draiver neoindustrial'nogo i innovatsionnogo razvitiia Rossii* [*The Ural region as the driver of neo-industrial and innovative development of Russia*], 79–83.

23. Antonov I.S., Rodionova V.N. (2024) Methodological toolkit for assessing sustainable competitiveness of an enterprise in the conditions of digital transformation of the economy. *Competitiveness in a global world: economics, science, technology*, 1, 97–105.

24. Saaty T.L. (1982) *Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*, USA: Wadsworth.

25. Kirilchuk S.P., Tashenova L.V., Nalivaychenko E.V. (2024) Existential focus in the development of organizations in the transition to Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17401

26. Babkin A.V., Mikhailov P.A., Shkarupeta E.V., Gaev K.B. (2024) Methodology for assessing the digital maturity of an industrial enterprise and ecosystem based on dynamic coevolutionary potential. *π-Economy*, 17 (4), 153–178. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17410

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

РОДИОНОВА Валентина Николаевна
E-mail: rodionovavn2011@yandex.ru
Valentina N. RODIONOVA
E-mail: rodionovavn2011@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4787-9353

АНТОНОВ Илья Сергеевич
E-mail: antonovilya1999@mail.ru
Ilya S. ANTONOV
E-mail: antonovilya1999@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-2616-421X

Поступила: 17.09.2024; Одобрена: 18.10.2024; Принята: 18.10.2024.
Submitted: 17.09.2024; Approved: 18.10.2024; Accepted: 18.10.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 45–60.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 45–60.

Научная статья
УДК 338.1
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17503

РАЗВИТИЕ РЫНКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИНДУСТРИИ 5.0

Д.А. Данилов ✉ **, А.Д. Данилов**

Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация

✉ danilovd2024@yandex.ru

Аннотация. *Цель исследования* заключается в изучении особенностей развития рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и перехода к Индустрии 5.0, а также в анализе влияния цифровых технологий на экономические отношения в данном секторе. *Актуальность* работы обусловлена глобальными процессами цифровой трансформации и необходимостью адаптации медицинских рынков к новым технологическим вызовам, что приобретает особое значение в условиях импортозамещения и стремления к технологическому суверенитету. *Методология исследования* включает смешанный метод анализа, который сочетает количественные и качественные подходы. Использованы данные статистики, аналитические отчеты и материалы, освещающие текущие тренды и динамику на глобальном и российском рынках. Особое внимание уделено анализу конкурентоспособности российского медтех-рынка и роли цифровых технологий в его развитии. *Основные результаты* включают: 1) характеристику особенностей мирового и российского медтех-рынков в условиях управления цифровой трансформацией и Индустрии 5.0; 2) выявление ключевых трендов, таких как активное внедрение искусственного интеллекта, телемедицины и интернета вещей (IoT), а также их влияние на структуру и динамику рынка; 3) разработку рекомендаций по управлению развитием медтех-рынка, включая концепции циркулярной трансформации и экосистемного подхода; 4) предложение использования концепции живых лабораторий (Living Labs) как эффективного инструмента ускорения внедрения инноваций. *Научная новизна* работы заключается в системном анализе конвергенции принципов Индустрии 5.0 и цифровизации в медтех-секторе, а также в предложении новых подходов к управлению рынком с учетом глобальных и локальных вызовов. *Практическая ценность* работы заключается в предложении рекомендаций для стратегического развития медтех-рынка в условиях цифровой экономики. *Выводы* подтверждают, что Индустрия 5.0 создает новые возможности для развития медтех-сектора, но также требует активных действий в управлении инновациями и кооперации между наукой и производством. Направления дальнейших исследований включают углубленный анализ роли живых лабораторий и экосистем в ускорении техноваций на медтех-рынке.

Ключевые слова: рынок, промышленная продукция медицинского назначения, медтех, цифровая трансформация, Индустрия 5.0

Для цитирования: Данилов Д.А., Данилов А.Д. (2024) Развитие рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0. π-Economy, 17 (5), 45–60. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17503

© Данилов Д.А., Данилов А.Д., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17503

DEVELOPMENT OF THE MARKET FOR INDUSTRIAL MEDICAL PRODUCTS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION AND INDUSTRY 5.0

D.A. Danilov ✉ , **A.D. Danilov**

Voronezh State Technical University,
Voronezh, Russian Federation

✉ danilovd2024@yandex.ru

Abstract. *The purpose of the research* is to study the features of the development of the market of industrial medical products in the context of digitalization and transition to Industry 5.0, as well as to analyze the impact of digital technologies on economic relations in this sector. *The relevance* of the work is due to the global processes of digital transformation and the need to adapt medical markets to new technological challenges, which is particularly important in the context of import substitution and the desire for technological sovereignty. The research *methodology* includes a mixed method of analysis, which combines quantitative and qualitative approaches. The authors used statistical data, analytical reports and materials covering current trends and dynamics in the global and Russian markets. Special attention is paid to analyzing the competitiveness of the Russian medtech market and the role of digital technologies in its development. *The main results* include: 1) characterization of the features of the global and Russian medtech markets in the conditions of digital transformation management and Industry 5.0; 2) identification of key trends, such as the active introduction of artificial intelligence, telemedicine and IoT, as well as their impact on the structure and dynamics of the market; 3) development of recommendations for managing the development of the medtech market, including the concepts of circular transformation and ecosystem approach; 4) proposal to use the Living Labs concept as an effective tool to accelerate the implementation of innovations. *The scientific novelty* of the work lies in the system analysis of the convergence of Industry 5.0 principles and digitalization in the medtech sector, as well as in the proposal of new approaches to market management, taking into account global and local challenges. *The practical value* of the paper lies in proposing recommendations for the strategic development of the medtech market in the context of the digital economy. The conclusions confirm that Industry 5.0 creates new opportunities for the development of the medtech sector, but also requires active actions in innovation management and cooperation between science and industry. *Future research directions* include in-depth analysis of the role of living labs and ecosystems in accelerating technovation in the medtech market.

Keywords: market, industrial medical products, medtech, digital transformation, Industry 5.0

Citation: Danilov D.A., Danilov A.D. (2024) Development of the market for industrial medical products in the context of digitalization and Industry 5.0. π-Economy, 17 (5), 45–60. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17503

Введение

Актуальность исследования

Агенда современного рыночного регулирования и развития промышленного сектора тесно связана с процессами цифровой трансформации экономических систем и внедрением технологий Индустрии 5.0. В фокусе этих процессов оказываются рынки высокотехнологичной продукции, которые активно развиваются благодаря использованию цифровых и сквозных технологий, таких как искусственный интеллект, интернет вещей (Internet of Things, IoT), блокчейн и аддитивное производство. Особое внимание уделяется развитию рынков передового производства, которые играют ключевую роль в поддержке технологического суверенитета и конкурентоспособности в условиях глобальных вызовов, таких как санкции и необходимость импортозамещения.

© Danilov D.A., Danilov A.D., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Рынок в условиях Индустрии 5.0 трансформируется в экосистему, где взаимодействуют не только компании и потребители, но и киберфизические системы, формирующие основу для гибридных моделей управления производственными и потребительскими процессами. Такой рынок характеризуется человекоцентричностью, персонифицированными решениями, активным внедрением инноваций и устойчивым развитием. Важную роль в его развитии играет пятерная спираль инноваций (пентаспираль), объединяющая взаимодействие бизнеса, государства, науки, общества и природной среды [1]. В результате рынок становится многослойной динамичной экосистемой, охватывающей как физические товары, так и цифровые услуги, и реагирует на вызовы цифровой трансформации.

Ключевые факторы, влияющие на развитие рынка в условиях Индустрии 5.0, включают такие параметры, как скорость внедрения цифровых решений, уровень автоматизации и роботизации, а также степень интеграции цепочек поставок через цифровые платформы. Важную роль играют внешние факторы – усиление экономических санкций, необходимость импортозамещения и достижение технологического суверенитета. Россия, как пример, стремится создать собственные технологические экосистемы, чтобы снизить зависимость от иностранных технологий и развить локальное производство медтехники.

Особую актуальность в этом контексте приобретает рынок промышленной продукции медицинского назначения, который адаптируется под принципы Индустрии 5.0, в первую очередь под человекоцентричность. Это означает, что приоритет отдается созданию технологий и продуктов, ориентированных на потребности и удобство пользователей. В условиях цифровизации этот рынок преобразуется в медтех-сектор, где ключевыми драйверами выступают интеллектуальные технологии, IoT и телемедицина, как это отмечено в работах R. Salama et al. [2], O. McDermott et al. [3], Т.Ю. Малухиной [4] и др.

Объектом настоящего исследования является российский медтех-рынок, его место и роль в глобальном рынке промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0.

Предметом исследования выступают экономические отношения на медтех-рынке, формирующиеся под воздействием управления цифровой трансформацией и принципов Индустрии 5.0.

Литературный обзор

В контексте изменений, происходящих под воздействием цифровизации и концепции Индустрии 5.0, анализ публикаций, касающихся развития рынка промышленной продукции медицинского назначения, позволяет выделить несколько ключевых направлений, которые обеспечивают глубокое понимание состояния рынка и его трансформации в современных условиях.

A. Trubetskaya et al. [5] исследуют внедрение принципов бережливого производства в медтех-индустрии, что является важным в условиях цифровой трансформации и стремления к повышению эффективности производственных процессов. Ю.А. Зуенкова [6] в своих исследованиях выявляет детерминанты рыночного спроса в сфере медицинской продукции и акцентирует внимание на необходимости учета региональных особенностей при планировании экспорта. А.А. Бродов и соавторы [7] исследуют российский рынок медицинской продукции, основанной на металлах. Их работа выделяет вопросы технологического суверенитета и ресурсной независимости как ключевые факторы в стратегическом развитии отечественных производителей. Г.И. Яковлев и А.В. Стрельцов [8] рассматривают особенности организации импортозамещающего производства высокотехнологичных изделий медицинского назначения. Они также подчеркивают необходимость развития собственного производства, опирающегося на современные технологии и стандарты. Работа Р.М. Струнина и В.А. Еронина [9] обращает внимание на актуальные проблемы развития медицинской промышленности в России, среди которых выделяются недостаточное развитие инновационной среды и нехватка квалифицированных кадров. Исследования C. Livi и H. Jeannerat [10] подчеркивают важность стартапов в процессе

индустриализации и их роль в развитии новых территориальных циклов промышленности, что напрямую соотносится с развитием медтех-сектора. Д.С. Краснова и О.Д. Старченкова [11] анализируют российский рынок медицинской техники, подчеркивая его особенности и ключевые факторы развития. Д.Ю. Файков и Д.Ю. Байдаров [12] изучают маркетинговые аспекты диверсификации производства в атомной промышленности на примере ядерных технологий для медицины. Их выводы важны для понимания процессов диверсификации и создания новых рыночных ниш в медтех-индустрии. Н.Н. Трофимова [13] исследует аддитивное производство как важную инновационную технологию цифровой трансформации промышленных предприятий. Аддитивные технологии позволяют производить индивидуализированные медицинские изделия, что соответствует принципам Индустрии 5.0. A. Pundziene et al. [14] в своем исследовании анализируют динамические способности медтех-компаний в контексте цифровых платформ здравоохранения, акцентируя внимание на ценовых барьерах и необходимости адаптации к быстро меняющимся условиям рынка. O. McDermott et al. [15] исследуют влияние Индустрии 4.0 на жизненный цикл медицинских изделий с точки зрения регуляторных требований, что также имеет непосредственное отношение к проблемам, возникающим при переходе к Индустрии 5.0. Работа P. Hedley-Takhar et al. [16] демонстрирует, как цифровизация может влиять на медтех-сектор в контексте обслуживания конечных потребителей. B. Rainer [17] исследует финансирование исследований и инноваций в области медицинских технологий и биомедицинской инженерии. S. Dash [18] рассматривает влияние интернета вещей на сектор здравоохранения, что важно для понимания трансформации медицинских рынков в условиях цифровизации. A. Boni [19] исследует практики инноваций в биофармацевтике, медтех-секторе и цифровой медицине, подчеркивая необходимость разработки новых бизнес-моделей для интеграции технологий в здравоохранение. В другой своей работе A. Boni совместно с S. Foley [20] акцентируют внимание на вызовах трансформационных инноваций в цифровом здравоохранении и подчеркивают важность проектирования услуг для комплексного управления многоуровневыми экосистемами здравоохранения. M. von Kutzschenbach et al. [21] исследуют использование системного подхода к анализу цифрового бизнеса для медтех-компаний, что подчеркивает важность стратегической интеграции цифровых технологий в бизнес-процессы.

В итоге выявляется важная научная проблема: хотя существует множество исследований, посвященных цифровой трансформации медтех-рынка, их интеграция в дискуссионное поле в рамках Индустрии 5.0 остается недостаточно изученной. Комплементация этих двух направлений требует дальнейшего исследования, что подтверждается отсутствием систематических исследований на эту тему.

Цель исследования

Цель настоящего исследования заключается в изучении и выявлении особенностей развития рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0, а также в анализе влияния цифровой трансформации и человекоцентричных принципов Индустрии 5.0 на экономические отношения в данном секторе. Исследование направлено на определение ключевых факторов, влияющих на конкурентоспособность медтех-рынка в России и его интеграцию в глобальный рынок высокотехнологичной продукции в условиях ускоряющейся цифровизации и глобальных вызовов, таких как импортозамещение и технологический суверенитет.

Материалы и методы

Исследование основано на применении смешанной методологии, сочетающей количественные и качественные методы. Количественный анализ проведен на основе статистических данных о производстве, импорте и экспорте медицинской продукции, полученных из международных и национальных статистических баз. Источниками информации послужили данные Росстата,

Евростата, а также аналитические отчеты, предоставленные ведущими консалтинговыми и исследовательскими организациями, специализирующимися на мониторинге глобальных рынков. В рамках качественного анализа были использованы экспертные оценки и аналитические материалы, отражающие текущие тенденции и перспективы развития рынка медицинской техники. Важным аспектом стало исследование конкурентных позиций российских производителей в условиях глобальной цифровизации и активного внедрения технологий Индустрии 5.0. Для обработки и интерпретации данных использовались методы статистической обработки, регрессионного и контент-анализа, что позволило выявить ключевые зависимости и закономерности в развитии отрасли.

Задачи исследования включают:

– анализ особенностей рынка товаров медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0;

– характеристику мирового медтех-рынка с акцентом на цифровые технологии и инновационные подходы;

– исследование уровня конкурентоспособности российского рынка промышленной продукции медицинского назначения в контексте цифровой трансформации;

– анализ ключевых трендов и сценариев развития медтех-рынка под влиянием Индустрии 5.0;

– разработку рекомендаций по управлению развитием медтех-рынка с учетом новых вызовов цифровизации и инновационных технологий.

Результаты и обсуждение

Особенности рынка товаров медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0

Рынок промышленной продукции медицинского назначения – это совокупность экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, продажи и использования товаров, предназначенных для диагностики, лечения, мониторинга и ухода за здоровьем. Этот рынок включает широкий спектр продукции от медицинских инструментов и оборудования до фармацевтических препаратов и биотехнологических решений.

Главной особенностью рынка товаров медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0 является акцент на технологиях, которые формируют новые рыночные секторы: Медтех (медицинские инструменты и оборудование), Биотех (биологические продукты и разработки для медицины и сельского хозяйства), Хелстех (технологии, связанные с персонализированным мониторингом и улучшением здоровья) и Фарма (лекарственные средства и фармацевтические субстанции) (рис. 1).

В табл. 1 приведено сравнение четырех секторов рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0. Эти сектора характеризуются высокими темпами внедрения цифровых решений и инноваций, что создает условия для персонализированного подхода, повышения эффективности производства и разработки новых продуктов в условиях Индустрии 5.0.

Медтех-рынок охватывает устройства и продукты, используемые для профилактики, диагностики и лечения заболеваний. Наряду с фармацевтическими препаратами они составляют наиболее важную категорию медицинских товаров. Наиболее известными медтех-изделиями являются, в частности, кардиостимуляторы, приборы для визуализации, аппараты для диализа и имплантаты.

Медтех-рынок состоит из двух рынков: экстракорпоральной диагностики (In Vitro Diagnostics, IVD) и медицинских изделий. Рынок IVD охватывает продукты, используемые для медицинских лабораторных исследований образцов, полученных из человеческого тела. Рынок медицинских приборов охватывает широкий спектр продукции, которая далее подразделяется на медицинские

Источник: составлено авторами.

Рис. 1. Сектора рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0

Fig. 1. Sectors of the market for industrial medical products in the context of digital transformation management and transition to Industry 5.0

специальности или типы применения: кардиологические приборы, приборы для получения диагностических изображений, ортопедические приборы, офтальмологические приборы и приборы для общей и пластической хирургии. Рынок прочих медицинских приборов предоставляет информацию о дополнительных областях, не охваченных основными рынками.

Таблица 1. Сравнительные особенности секторов рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0

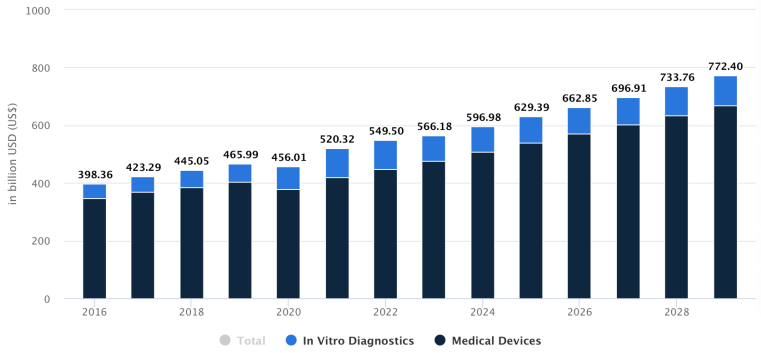
Table 1. Comparative features of the industrial medical products market sectors in the context of digital transformation management and transition to Industry 5.0

Сектора	Сравнительные особенности
Медтех и Биотех	В то время как биотехнологии специализируются на биологических продуктах, предназначенных для использования в медицине или сельском хозяйстве, медтех-компании производят продукты и устройства, которые используются специалистами и врачами для непосредственного лечения, диагностики и других видов помощи пациентам
Медтех и Хелстех	В то время как медтех-компании работают с больницами, частными практиками и другими учреждениями, хелстехнологии предназначены для личного использования. Медтех-продукция также обычно регулируется, в то время как хелстех-продукция обычно не регулируется
Медтех и Фарма	Фармацевтические компании производят лекарства различных типов, в то время как медтех-компании производят продукты и устройства

Источник: составлено авторами.

Характеристика мирового рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0

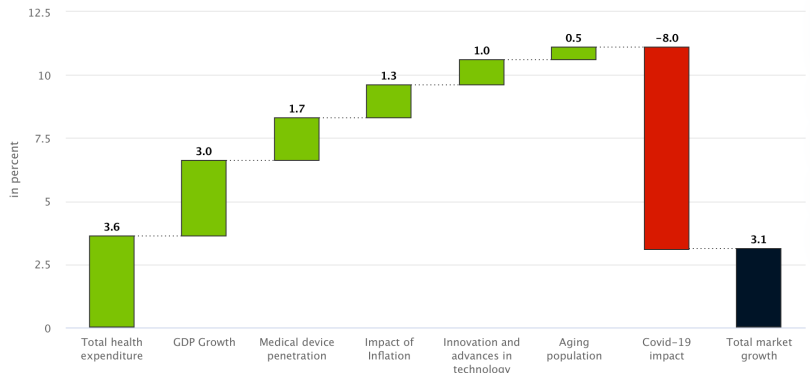
По оценкам экспертов, глобальный медтех-рынок ожидает значительный рост доходов в ближайшие годы. К 2024 году его объем, по прогнозам, достигнет 597 млрд долларов США, при этом медицинские изделия займут доминирующую роль, обеспечивая около 508 млрд долларов. Ожидается, что сектор будет расти устойчивыми темпами с прогнозируемым совокупным среднегодовым



Источник: Statista[1].

Рис. 2. Прогноз роста мирового медтех-рынка (2016–2028 годы)

Fig. 2. Global medtech market growth forecast (2016–2028)



Источник: Statista[2].

Рис. 3. Факторы, способствующие изменению выручки на глобальном медтех-рынке в 2023 году

Fig. 3. Factors contributing to revenue change in the global medtech market in 2023

темпом роста (Compound Annual Growth Rate, CAGR) 5,29% в период с 2024 по 2029 год, что позволит рынку достичь объема в 772,40 млрд долларов к концу этого периода (рис. 2).

Рис. 3 демонстрирует ключевые драйверы роста выручки на мировом медтех-рынке за 2023 год, где совокупный прирост выручки составляет 3,1%.

Существенное влияние оказывают рост ВВП (3%) и увеличение расходов на здравоохранение (3,6%), а также угрозы безопасности программному обеспечению медицинских устройств (1,7%). Однако наиболее значительным негативным фактором остается воздействие пандемии COVID-19, которая снижает темпы роста на 8%. Несмотря на это, инновации и технологические достижения (1%), а также старение населения (0,5%) продолжают стимулировать рынок, частично компенсируя инфляционное давление (1,3%) и вызовы, связанные с пандемией.

Мировой медтех-рынок характеризуется значительной фрагментированностью. Ведущие компании, такие как Abbott Laboratories, Johnson & Johnson, Becton Dickinson, Medtronic, Siemens Healthineers, Boston Scientific, Danaher и Philips Healthcare, контролируют сравнительно небольшие сегменты рынка, каждый из которых оценивается в диапазоне от 5 до 10%. Это говорит о том,

[1] Medical Technology – Worldwide (2024) *Statista*. [online] Available at: https://www.statista.com/outlook/hmo/medical-technology/worldwide [Accessed 15.09.2024]

[2] Ibid.

что даже крупные игроки в медтех-индустрии сталкиваются с серьезной конкуренцией со стороны многочисленных участников.

По состоянию на 2022 год, наибольший мировой доход был у компании Abbott Laboratories – более 31,2 млрд долларов США. Основными направлениями выпускаемых чикагской компанией устройств являются диагностика, сердечно-сосудистая хирургия и лечение диабета. Две другие медтех-компании, замыкающие тройку крупнейших, – Medtronic и Johnson & Johnson – тоже базируются в США. Однако тенденции развития отрасли показывают, что в ближайшие годы Азия, и в частности Китай, будет играть более заметную роль.

С географической точки зрения США занимают лидирующие позиции по объемам выручки, и к 2024 году, согласно прогнозам, объем их рынка достигнет 211,1 млрд долларов. Это подчеркивает значительное влияние США на глобальный медтех-рынок, чему способствуют существенные инвестиции в исследования и разработки, стимулирующие инновации в секторе медицинских изделий. Другие ключевые рынки, такие как Германия, Китай, Япония и Франция, также вносят значительный вклад в общий рост отрасли. Эти тенденции показывают важную роль развитых экономик в формировании будущего медтех-рынка через постоянные технологические новшества и увеличение инвестиций в цифровую инфраструктуру.

Российский рынок медицинских изделий и уровень его конкурентоспособности

Российский рынок медицинских изделий в 2024 году ожидается с объемом выручки около 5,12 млрд долларов США, где доминирующий сегмент – медицинские устройства, которые составят 3,79 млрд долларов. Прогнозируется, что рынок будет расти с совокупным среднегодовым темпом роста на уровне 3,77% в период с 2024 по 2029 год, что приведет к увеличению объема до 6,16 млрд долларов к 2029 году.

Российский медтех-рынок демонстрирует стабильный рост в последние годы благодаря изменяющимся предпочтениям потребителей, рыночным тенденциям, специфическим местным условиям и макроэкономическим факторам. Потребители все больше ориентируются на современные и инновационные медицинские изделия, которые обеспечивают высокую точность, эффективность и комфорт для пациентов. Это стимулирует производителей к разработке передовых технологий для удовлетворения растущих требований здравоохранения. Одной из ключевых тенденций является активное развитие цифровых решений и телемедицины, что связано с необходимостью улучшения доступа к медицинским услугам и повышения их эффективности. Пандемия COVID-19 ускорила принятие этих технологий, особенно в отдаленных регионах.

Локальные факторы, такие как старение населения и рост числа хронических заболеваний, способствуют спросу на медицинские устройства для диагностики и лечения возрастных заболеваний и хронических состояний, таких как сердечно-сосудистые заболевания и диабет. Макроэкономические условия, в частности государственные инициативы и инвестиции, также играют важную роль в развитии рынка. Российское правительство активно модернизирует сектор здравоохранения, финансируя закупки медицинского оборудования и поддерживая развитие отечественных медтех-компаний.

Объемы промышленного производства отражают значительное увеличение выпуска продукции, применяемой в медицинских целях (табл. 2).

В частности, наблюдается значительный рост производства лекарственных средств, что может быть связано с усилением роли внутреннего рынка в обеспечении фармацевтической безопасности и стремлением к импортозамещению. Несмотря на сокращение объемов выпуска фармацевтических субстанций, общее развитие сектора фармацевтической индустрии продолжает обеспечивать стабильную основу для инновационного потенциала в области производства медицинских препаратов. Сегмент производства медицинских инструментов и оборудования также демонстрирует выраженную тенденцию к расширению, что обусловлено увеличением спроса на высокоточные медицинские технологии и совершенствованием технологической базы производства.

Таблица 2. Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по отдельным видам экономической деятельности Российской Федерации, млн рублей
Table 2. Volume of shipped goods of own production, works and services performed by own forces by certain types of economic activities of the Russian Federation, million rubles

Наименование вида деятельности	Код ОКВЭД2	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях:	21	500 372	557 798	638 767	929 243	1 355 388	1 103 930	1 207 266
Производство фармацевтических субстанций	21.1	31 306	23 734	32 076	55 985	67 295	64 628	43 181
Производство лекарственных препаратов и материалов, применяемых в медицинских целях	21.2	469 065	534 063	606 691	873 258	1 288 093	1 039 302	1 164 084
Производство медицинских инструментов и оборудования	32.5	40 408	38 019	48 560	114 477	83 529	99 310	99 555

Источник: составлено авторами по данным Росстата[3].

Несмотря на это, по сравнению с мировыми лидерами, такими как США, Германия, Китай, Япония и Франция, конкурентоспособность российского медтех-рынка остается относительно низкой (табл. 3).

Таблица 3. Российский медтех-рынок в сравнении с рынками других стран
Table 3. Russian medtech market in comparison with markets in other countries

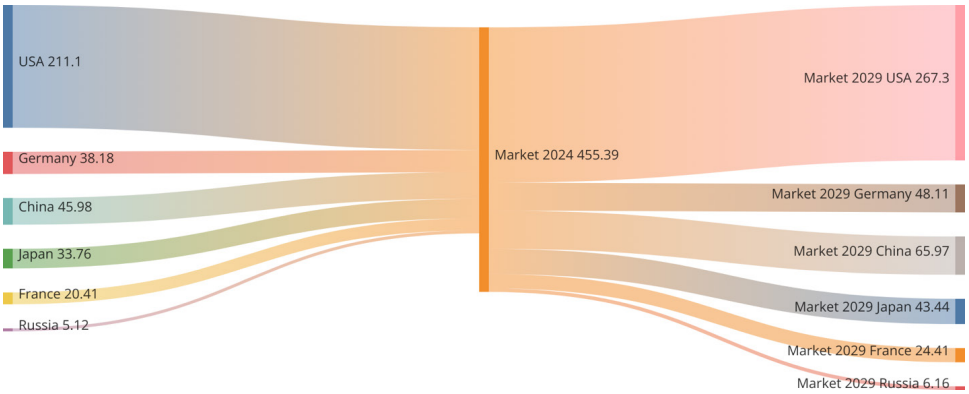
Страна	Прогнозируемая выручка медтех-рынка в 2024 году, млрд долларов США	Объем рынка медицинских изделий, млрд долларов США	Годовой темп роста в 2024–2029 годы, %	Объем рынка к 2029 году, млрд долларов США
США	211,1	181	4,83	267,3
Германия	38,18	34,33	4,73	48,11
Китай	45,98	37,61	7,49	65,97
Япония	33,76	28,97	5,17	43,44
Франция	20,41	17,8	3,64	24,41
Россия	5,12	3,79	3,66	6,16

Источник: составлено авторам по данным Statista на август 2024 года.

На рис. 4 представлена диаграмма Санки, иллюстрирующая рост мирового медтех-рынка с 2024 по 2029 год.

В 2024 году на медтех-рынке доминирующую долю занимает США (211,1 млрд долларов). К 2029 году ожидается увеличение объема рынка США до 267,3 млрд долларов, что подтверждает их лидирующую позицию в мировом сегменте. Значительный рост также прогнозируется для Китая, который увеличит свой объем с 45,98 млрд до 65,97 млрд долларов, и для Германии – с 38,18 млрд

[3] Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по отдельным видам экономической деятельности Российской Федерации (2024) Росстат. [online] Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/otgruz_mes_07-2024.xlsx [Accessed 15.09.2024]. (in Russian)



Источник: составлено авторами по данным Statista на август 2024 года.

Рис. 4. Диаграмма Санки, иллюстрирующая рост мирового медтех-рынка с 2024 по 2029 год

Fig. 4. Sankey diagram illustrating the growth of the global medtech market from 2024 to 2029

до 48,11 млрд долларов. Российский рынок, хотя и занимает небольшую долю, также вырастет с 5,12 млрд до 6,16 млрд долларов. Спрос на медтех-инновации в России продолжает расти, что связано с необходимостью решения проблем здравоохранения для большой по численности населения страны. В совокупности эти факторы указывают на формирование устойчивого тренда, направленного на укрепление позиции России как одного из ключевых игроков на мировом рынке медицинской и фармацевтической продукции.

Ключевые тренды и сценарии развития медтех-рынка под влиянием Индустрии 5.0

Покупатели на медтех-рынке во всем мире все чаще ищут инновационные и передовые приборы и технологии. Они ищут продукты, которые обеспечивают повышенную точность, эффективность и комфорт для пациентов. Кроме того, растет спрос на носимые медицинские устройства, которые могут отслеживать состояние здоровья в режиме реального времени и предоставлять пользователям персонализированные данные. Клиенты также отдают предпочтение экономически эффективным продуктам, которые обеспечивают соотношение цены и качества.

Одной из ключевых тенденций на мировом медтех-рынке является растущее внедрение технологий телемедицины и удаленного мониторинга состояния пациентов. Эта тенденция была ускорена пандемией COVID-19, поскольку поставщики медицинских услуг и пациенты ищут альтернативные способы оказания и получения медицинской помощи. Телемедицина позволяет проводить виртуальные консультации, удаленную диагностику и наблюдение за пациентами, сокращая необходимость в личных визитах и улучшая доступ к медицинским услугам, особенно в сельских районах и районах с недостаточным уровнем обслуживания. Еще одна тенденция на рынке – развитие искусственного интеллекта и машинного обучения в медицинских технологиях. Алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения используются для анализа больших объемов медицинских данных, повышения точности диагностики и разработки персонализированных планов лечения. Эти технологии способны произвести революцию в здравоохранении, позволяя выявлять заболевания на ранних стадиях, прогнозировать исходы и оптимизировать стратегии лечения. Все большее внимание к лечению, ориентированному на пациента, также стимулирует внедрение медтех-технологий во всем мире. Поставщики медицинских услуг уделяют первостепенное внимание удовлетворенности пациентов и их результатам, что приводит к разработке технологий, повышающих качество обслуживания и вовлеченность пациентов. Это включает в себя использование мобильных приложений для записи на прием к врачу, напоминания о приеме лекарств и мониторинга состояния здоровья, а также интеграцию электронных медицинских карт для улучшения координации и непрерывности лечения.

В разных странах и регионах существуют уникальные факторы, влияющие на развитие медтех-рынка. Например, в развитых странах со стареющим населением наблюдается повышенный спрос на медицинские приборы и технологии, отвечающие потребностям пожилых пациентов. В странах с развивающейся экономикой растет средний класс с увеличивающимся располагаемым доходом, что стимулирует спрос на недорогие и доступные решения в области здравоохранения. Нормативно-правовая база и политика возмещения расходов также играют важную роль в формировании медтех-рынка. Страны с благоприятными нормами и системами возмещения расходов на медицинские приборы и технологии, как правило, привлекают больше инвестиций и инноваций в этот сектор. С другой стороны, жесткие правила и ограничения по возмещению расходов могут препятствовать росту рынка и внедрению новых технологий.

На рост мирового медтех-рынка также влияют макроэкономические факторы, такие как увеличение ВВП, расходы на здравоохранение и правительственные инициативы. Страны с развитой экономикой и высокими расходами на здравоохранение, как правило, имеют более развитый и передовой медтех-рынок. Правительственные инициативы по продвижению цифрового здравоохранения, улучшению инфраструктуры здравоохранения и расширению доступа к медицинским услугам также способствуют его увеличению. В заключение следует отметить, что медтех-рынок переживает значительный рост и развитие во всем мире. Тенденции его развития определяются предпочтениями клиентов в отношении инновационных и передовых медицинских устройств, внедрением телемедицины и искусственного интеллекта, а также ориентацией на обслуживание пациентов. Местные особенности и макроэкономические факторы определяют динамику рынка в разных странах и регионах.

Рекомендации по управлению развитием медтех-рынка с учетом новых вызовов цифровизации и инновационных технологий

Для эффективного управления развитием медтех-рынка в условиях цифровизации и внедрения человекоцентричных технологий Индустрии 5.0 необходимо учитывать несколько ключевых аспектов. Прежде всего, Индустрия 5.0 требует активного внедрения концепции циркулярной трансформации [22], которая подразумевает создание замкнутых циклов использования ресурсов, снижение затрат и повышение экологической устойчивости производства промышленной продукции медицинского назначения. Циркулярная трансформация позволит не только оптимизировать процессы, но и снизить зависимость от импортных материалов и компонентов, что особенно важно в условиях текущих глобальных вызовов.

Модель экосистемы также является одним из ключевых инструментов управления развитием рынка промышленной продукции медицинского назначения [23, 24]. Экосистемный подход предполагает тесную кооперацию между производителями, исследовательскими центрами, государственными структурами и потребителями. Данная модель включает в себя не только традиционные процессы разработки и производства, но и поддержку через цифровые платформы для удаленного мониторинга, диагностики и обслуживания медицинских изделий.

Одним из ключевых направлений рекомендаций по развитию медтех-рынка в условиях цифровизации и инновационных технологий может стать создание и активное использование концепции живых лабораторий (Living Labs, LLs). Практическое применение концепции живых лабораторий в секторе промышленной продукции медицинского назначения демонстрирует их потенциал в ускорении инновационных процессов и сокращении времени выхода новых технологий на рынок [25]. В контексте медтех-индустрии такие лаборатории создают уникальные условия для тестирования и адаптации новых решений в реальных клинических и производственных средах.

Примером может служить опыт европейских стран, где живые лаборатории активно используются для разработки и внедрения технологий, связанных с искусственным интеллектом в диагностике, мониторинге здоровья пациентов и управлении медицинскими данными. В рамках

этих лабораторий специалисты из различных областей совместно разрабатывают и тестируют прототипы медтех-устройств, таких как носимые сенсоры, телемедицинские системы и роботизированные устройства для хирургии.

Российские предприятия могут извлечь пользу из этого подхода, адаптируя его к специфике национального рынка и задачам технологического суверенитета. Создание живых лабораторий на базе медицинских кластеров или научных центров позволит российским производителям медицинской техники ускорить внедрение передовых цифровых решений. Важно отметить, что их использование способствует не только тестированию новых технологий, но и выстраиванию эффективной обратной связи с конечными пользователями, что критически важно для успешной коммерциализации инноваций. В условиях цифровой трансформации и перехода к Индустрии 5.0 живые лаборатории играют роль катализатора изменений, формируя новые конкурентные преимущества для участников рынка, снижая барьеры для внедрения инноваций и обеспечивая устойчивое развитие медтех-сектора.

Заключение

1. Выявлены особенности рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0.
2. Проанализированы ключевые тренды мирового медтех-рынка, такие как рост использования искусственного интеллекта, телемедицины и цифровых платформ.
3. Оценена конкурентоспособность российского медтех-рынка в сравнении с мировыми лидерами и определены факторы, ограничивающие его развитие.
4. Разработаны рекомендации по управлению развитием медтех-рынка с учетом новых вызовов цифровизации и внедрения технологий Индустрии 5.0, включая концепции циркулярной трансформации, экосистемного подхода.
5. Предложена концепция использования живых лабораторий как эффективного инструмента для стимулирования инноваций и ускорения процесса трансфера технологий из научных разработок в промышленное производство.

Российский медтех-рынок находится в фазе активного развития, во многом стимулированного процессами импортозамещения и стремлением к технологическому суверенитету. Однако при сравнении с мировыми лидерами – США, Китаем и странами ЕС – российский рынок сталкивается с рядом барьеров, среди которых значимыми остаются нехватка высококачественных технологий и недостаточное проникновение цифровых решений на уровне предприятий. Внедрение инновационных технологий, таких как искусственный интеллект и интернет вещей, необходимо для повышения конкурентоспособности отечественных производителей и их адаптации к быстро меняющимся условиям [26, 27].

Рекомендации, разработанные в ходе исследования, акцентируют важность управления цифровыми трансформациями через экосистемные модели, где сотрудничество между наукой, производством и государством становится ключевым элементом успеха. Особое внимание уделено концепции живых лабораторий, которые позволяют ускорить внедрение инноваций за счет тестирования и оптимизации технологий в реальных условиях. Это создает основу для быстрой трансформации научных разработок в рыночные продукты, тем самым сокращая путь от идеи до реализации и увеличивая скорость технологического прогресса в медтех-секторе.

Направления дальнейших исследований

Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на более глубоком анализе интеграции цифровых технологий в экосистемы медтех-рынка, в том числе на влиянии искусственного интеллекта, больших данных и блокчейн-технологий на процессы производства и управления. Особое внимание необходимо уделить изучению перспектив развития живых лабораторий в контексте

медтех-индустрии и их роли в ускорении трансфера технологий от научных разработок к коммерциализации. Не менее важным направлением является исследование влияния циркулярной трансформации на устойчивое развитие медтех-сектора, включая анализ экологических и экономических преимуществ от внедрения замкнутых циклов производства и использования ресурсов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Shkarupeta E., Babkin A. (2024) Eco-innovative development of industrial ecosystems based on the quintuple helix. *International Journal of Innovation Studies*, 8 (3), 273–286. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijis.2024.04.002

2. Salama R., Al-Turjman F., Chaudhary P., Yadav S.P. (2023) Benefits of Internet of Things (IoT) Applications in Health care: An Overview. 2023 *International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking* (*CICTN*), 778–784. DOI: https://doi.org/10.1109/CICTN57981.2023.10141452

3. McDermott O., Antony J., Sony M., Healy T. (2022) Critical failure factors for continuous improvement methodologies in the Irish MedTech industry. *The TQM Journal*, 34 (7), 18–38. DOI: https://doi.org/10.1108/TQM-10-2021-0289

4. Малухина Т.Ю. (2019) Особенности и тенденции развития рынка товаров общемедицинского назначения. *Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы V Международной научно-практической конференции* 1, 310–314.

5. Trubetskaya A., Manto D., McDermott O. (2022) A Review of Lean Adoption in the Irish MedTech Industry. *Processes*, 10 (2), art. no. 391. DOI: https://doi.org/10.3390/pr10020391

6. Зуенкова Ю.А. (2024) Детерминанты рыночного спроса региона при планировании экспорта товаров медицинского назначения. *Практический маркетинг*, 8 (326), 4–7. DOI: https://doi.org/10.24412/2071-3762-2024-8326-4-7

7. Бродов А.А., Грибков А.А., Углов В.А., Мухатдинов Н.Х. (2020) Тенденции российского рынка и производства медицинской продукции на основе металлов. *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*, 63 (11–12), 867–872. DOI: https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-11-12-867-872

8. Яковлев Г.И., Стрельцов А.В. (2023) Особенности организации импортозамещающего производства высокотехнологичных изделий медицинского назначения. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 5–1, 162–169. DOI: https://doi.org/10.17513/vaael.2822

9. Струнин Р.М., Еронин В.А. (2021) Актуальные проблемы развития медицинской промышленности в России. *Научные исследования и разработки: новое и актуальное*, 1, 670–673.

10. Livi C., Jeannerat H. (2014) Born to be Sold: Start-ups as Products and New Territorial Life Cycles of Industrialization. *European Planning Studies*, 23 (10), 1953–1974. DOI: https://doi.org/10.1080/09654313.2014.960180

11. Краснова Д.С., Старченкова О.Д. (2023) Анализ рынка медицинской техники Российской Федерации: особенности и факторы его развития. *Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли*, 1, 147–156.

12. Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю. (2020) Маркетинговые аспекты диверсификации производства в атомной промышленности (на примере ядерных технологий для медицины). *Организатор производства*, 28 (3), 84–96. DOI: https://doi.org/10.25987/VSTU.2020.11.33.009

13. Трофимова Н.Н. (2022) Аддитивное производство как инновационная технология цифровой трансформации промышленных предприятий. *Приоритеты новой экономики: энергопереход 4.0 и цифровая трансформация*, 541–544.

14. Pundziene A., Gutmann T., Schlichtner M., Teece D.J. (2022) Value Impedance and Dynamic Capabilities: The Case of MedTech Incumbent-Born Digital Healthcare Platforms. *California Management Review*, 64 (4), 108–134. DOI: https://doi.org/10.1177/00081256221099326

15. McDermott O., Foley I., Antony J., Sony M., Butler M. (2022) The Impact of Industry 4.0 on the Medical Device Regulatory Product Life Cycle Compliance. *Sustainability*, 14 (21), art. no. 14650. DOI: https://doi.org/10.3390/su142114650

16. Hedley-Takhar P., Jimenez-Aranda A., Lanfranchi V., Pownall S., Sproson L., Tindale W.B. (2020) A User-Centred Approach to Digitalising Care Homes. In: *Design of Assistive Technology for Ageing*

Populations (eds. A. Woodcock, L. Moody, D. McDonagh, A. Jain, L. Jain), Switzerland: Springer, 17–29. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26292-1_2

17. Rainer B.W. (2024) Funding of research & innovation in the field of medical technologies and biomedical engineering over the different European framework programmes. *Biomedical Engineering Letters*, 14, 153–162. DOI: https://doi.org/10.1007/s13534-023-00320-9

18. Dash S.P. (2020) The Impact of IoT in Healthcare: Global Technological Change & The Roadmap to a Networked Architecture in India. *Journal of the Indian Institute of Science*, 100, 773–785. DOI: https://doi.org/10.1007/s41745-020-00208-y

19. Boni A.A. (2018) Innovation Practices in Biopharma, MedTech, and Digital Medicine. *Journal of Commercial Biotechnology*, 24 (1). DOI: https://doi.org/10.5912/jcb851

20. Boni A.A., Foley S.M. (2020) Challenges for Transformative Innovation in Emerging Digital Health Organizations: Advocating Service Design to Address the Multifaceted Healthcare Ecosystem. *Journal of Commercial Biotechnology*, 25 (4). DOI: https://doi.org/10.5912/jcb957

21. Kutzschenbach M. von, Schmid A., Schoenenberger L. (2018) Using Feedback Systems Thinking to Explore Theories of Digital Business for Medtech Companies. In.: *Business Information Systems and Technology 4.0* (ed. R. Dornberger). Switzerland: Springer, 271–288. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74322-6_11

22. Ishaq S., Hoang T.G., Tanveer U., Hoang T.-H., Truonget H.Q. (2024) Transformative capabilities of MedTech organizations in driving circularity in the healthcare industry: Insights from multiple cases. *Journal of Cleaner Production*, 446, art. no. 141370. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141370

23. McKernan D., McDermott O. (2024) You are a cluster: Now what? The future of a Medtech cluster. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10 (1), art. no. 100168. DOI: https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100168

24. McKernan D., McDermott O. (2024) Industrial clusters, creating a strategy for continued success. *Heliyon*, 10 (7), art. no. e29220. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29220

25. Abi Saad E., Agogué M. (2024) Living Labs in science-industry collaborations: Roles, design, and application patterns. *Technovation*, 135, art. no. 103066. DOI: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103066

26. Кирильчук С.П., Ташенова Л.В., Наливайченко Е.В. (2024) Экзистенциальный фокус в развитии организаций при переходе к Индустрии 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17401

27. Тихонов Д.В., Калинина О.В., Гетманова Г.В., Туровская М.С. (2024) Особенности бизнес-моделирования в инновационных отраслях. *π-Economy*, 17 (4), 109–123. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17407

REFERENCES

1. Shkarupeta E., Babkin A. (2024) Eco-innovative development of industrial ecosystems based on the quintuple helix. *International Journal of Innovation Studies*, 8 (3), 273–286. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijis.2024.04.002

2. Salama R., Al-Turjman F., Chaudhary P., Yadav S.P. (2023) Benefits of Internet of Things (IoT) Applications in Health care: An Overview. *2023 International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking* (*CICTN*), 778–784. DOI: https://doi.org/10.1109/CICTN57981.2023.10141452

3. McDermott O., Antony J., Sony M., Healy T. (2022) Critical failure factors for continuous improvement methodologies in the Irish MedTech industry. *The TQM Journal*, 34 (7), 18–38. DOI: https://doi.org/10.1108/TQM-10-2021-0289

4. Malukhina T. (2019) Features and development trends of the market of medical goods. *Strategii razvitiia sotsial'nykh obshchnostei, institutov i territorii* [*Strategies for the development of social communities, institutions and territories*], 1, 310–314.

5. Trubetskaya A., Manto D., McDermott O. (2022) A Review of Lean Adoption in the Irish MedTech Industry. *Processes*, 10 (2), art. no. 391. DOI: https://doi.org/10.3390/pr10020391

6. Zuyenkova Yu.A. (2024) Determinants of Regional Market Demand in Planning Exports of Medical Products. *Practical Marketing*, 8 (326), 4–7. DOI: https://doi.org/10.24412/2071-3762-2024-8326-4-7

7. Brodov A.A., Gribkov A.A., Uglov V.A., Mukhatdinov N.Kh. (2020) Trends of manufacture and the Russian market of metallic medical products. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*, 63 (11–12), 867–872. DOI: https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-11-12-867-872

8. Yakovlev G.I., Streltsov A.V. (2023) Features of the organization of import-substituting production of high-tech medical products. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [*Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*], 5–1, 162–169. DOI: https://doi.org/10.17513/vaael.2822

9. Strunin R.M., Eronin V.A. (2021) Current problems of the development of the medical industry in Russia. *Nauchnye issledovaniia i razrabotki: novoe i aktual'noe* [*Research and Development: New and Current*], 1, 670–673.

10. Livi C., Jeannerat H. (2014) Born to be Sold: Start-ups as Products and New Territorial Life Cycles of Industrialization. *European Planning Studies*, 23 (10), 1953–1974. DOI: https://doi.org/10.1080/09654313.2014.960180

11. Krasnova D.S., Starchenkova O.D. (2023) Analysis of the medical equipment market of the Russian federation: features and factors of its development. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniia v oblasti upravleniia, ekonomiki i torgovli* [*Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade*], 1, 147–156.

12. Faikov D.Yu., Baydarov D.Yu. (2020) Marketing aspects of production diversification in the nuclear industry (on the example of nuclear technologies for medicine). *Production Organizer*, 28 (3), 84–96. DOI: https://doi.org/10.25987/VSTU.2020.11.33.009

13. Trofimova N.N. (2022) Additivnoe proizvodstvo kak innovatsionnaia tekhnologiia tsifrovoi transformatsii promyshlennykh predpriiatii [Additive manufacturing as an innovative technology for digital transformation of industrial enterprises]. *Prioritety novoi ekonomiki: energoperekhod 4.0 i tsifrovaia transformatsiia* [*Priorities of the New Economy: Energy Transition 4.0 and Digital Transformation*], 541–544.

14. Pundziene A., Gutmann T., Schlichtner M., Teece D.J. (2022) Value Impedance and Dynamic Capabilities: The Case of MedTech Incumbent-Born Digital Healthcare Platforms. *California Management Review*, 64 (4), 108–134. DOI: https://doi.org/10.1177/00081256221099326

15. McDermott O., Foley I., Antony J., Sony M., Butler M. (2022) The Impact of Industry 4.0 on the Medical Device Regulatory Product Life Cycle Compliance. *Sustainability*, 14 (21), art. no. 14650. DOI: https://doi.org/10.3390/su142114650

16. Hedley-Takhar P., Jimenez-Aranda A., Lanfranchi V., Pownall S., Sproson L., Tindale W.B. (2020) A User-Centred Approach to Digitalising Care Homes. In: *Design of Assistive Technology for Ageing Populations* (eds. A. Woodcock, L. Moody, D. McDonagh, A. Jain, L. Jain), Switzerland: Springer, 17–29. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26292-1_2

17. Rainer B.W. (2024) Funding of research & innovation in the field of medical technologies and biomedical engineering over the different European framework programmes. *Biomedical Engineering Letters*, 14, 153–162. DOI: https://doi.org/10.1007/s13534-023-00320-9

18. Dash S.P. (2020) The Impact of IoT in Healthcare: Global Technological Change & The Roadmap to a Networked Architecture in India. *Journal of the Indian Institute of Science*, 100, 773–785. DOI: https://doi.org/10.1007/s41745-020-00208-y

19. Boni A.A. (2018) Innovation Practices in Biopharma, MedTech, and Digital Medicine. *Journal of Commercial Biotechnology*, 24 (1). DOI: https://doi.org/10.5912/jcb851

20. Boni A.A., Foley S.M. (2020) Challenges for Transformative Innovation in Emerging Digital Health Organizations: Advocating Service Design to Address the Multifaceted Healthcare Ecosystem. *Journal of Commercial Biotechnology*, 25 (4). DOI: https://doi.org/10.5912/jcb957

21. Kutzschenbach M. von, Schmid A., Schoenenberger L. (2018) Using Feedback Systems Thinking to Explore Theories of Digital Business for Medtech Companies. In.: *Business Information Systems and Technology 4.0* (ed. R. Dornberger). Switzerland: Springer, 271–288. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74322-6_11

22. Ishaq S., Hoang T.G., Tanveer U., Hoang T.-H., Truonget H.Q. (2024) Transformative capabilities of MedTech organizations in driving circularity in the healthcare industry: Insights from multiple cases. *Journal of Cleaner Production*, 446, art. no. 141370. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141370

23. McKernan D., McDermott O. (2024) You are a cluster: Now what? The future of a Medtech cluster. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10 (1), art. no. 100168. DOI: https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100168

24. McKernan D., McDermott O. (2024) Industrial clusters, creating a strategy for continued success. *Heliyon*, 10 (7), art. no. e29220. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29220

25. Abi Saad E., Agogué M. (2024) Living Labs in science-industry collaborations: Roles, design, and application patterns. *Technovation*, 135, art. no. 103066. DOI: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103066

26. Kirilchuk S.P., Tashenova L.V., Nalivaychenko E.V. (2024) Existential focus in the development of organizations in the transition to Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17401

27. Tikhonov D.V., Kalinina O.V., Getmanova G.V., Turovskaya M.S. (2024) Features of business modeling in innovative industries. *π-Economy*, 17 (4), 109–123. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17407

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович
E-mail: danilovd2024@yandex.ru
Dmitriy A. DANILOV
E-mail: danilovd2024@yandex.ru

ДАНИЛОВ Александр Дмитриевич
E-mail: danilov-ad@yandex.ru
Aleksandr D. DANILOV
E-mail: danilov-ad@yandex.ru

Поступила: 26.09.2024; Одобрена: 14.10.2024; Принята: 14.10.2024.
Submitted: 26.09.2024; Approved: 14.10.2024; Accepted: 14.10.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 61–87.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 61–87.

Научная статья
УДК 330.322.012
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17504

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДУСТРИИ 5.0

В.В. Глухов[1], А.В. Бабкин[1] ✉, Л.Р. Батукова[2], Е.В. Шкарупета[1,3], Г.Н. Махмудова[4]

[1] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

[2] Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация;

[3] Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация;

[4] Ташкентский государственный экономический университет, Ташкент, Республика Узбекистан

✉ al-vas@mail.ru

Аннотация. В условиях осуществляемого в настоящее время перехода к интегральному киберинформационному обществу и соответствующему киберинформационному способу производства мировая промышленность преодолевает период глубоких системных трансформаций на макро-, мезо- и микроуровнях. Организационные основы промышленности, ее финансово-инвестиционное и информационное обеспечение обретают принципиально новые смыслы и формы, аналогов которых в истории не было. Сегодня в разных отраслях промышленности возникают и становятся все более влиятельными особые мезоструктуры – зонтичные промышленные EICSG-экосистемы. Это объясняется тем, что данные мезоструктуры совместно с системообразующими отраслями промышленности призваны обеспечить инфраструктурно-функциональный базис Индустрии 5.0, являющейся первичной формой вновь формирующегося киберинформационного способа производства. Важнейшей организационно-управленческой проблемой промышленности на настоящем этапе исторической эволюции остается нерешенность задачи перехода от «ручного управления» крупными промышленными мезоструктурами к организационному программированию. Последнее суть особый организационный механизм, который снимает или существенно облегчает проблему субъективности, рассогласованности, несвоевременности, неадекватности управленческих решений в условиях высокой организационной и научно-технологической сложности объектов управления, волатильности и неопределенности их внешней среды, большого количества стейкхолдеров, воздействующих на процессы принятия решений. В основе своей организационное программирование – это механизм координации объективной организационно-институциональной динамики промышленности, предопределяемой воздействием научно-технического прогресса. Организационное программирование функционально ориентировано на выявление и осмысление законов и моделей объективного развития промышленной сферы и согласование интегрированной массы совместных усилий и ресурсов общества для достижения оптимальных эволюционных трансформаций промышленности. Решению задачи переведения управления мезоструктурами промышленности на механизмы организационного программирования препятствуют: на концептуальном уровне – отсутствие глубоко проработанных теоретико-методологических основ организационного программирования стратегического развития промышленности; на научно-практическом уровне – методологическая, информационная и инструментальная рассогласованность исследований специалистов разных профилей в части создания платформы организационного программирования стратегического развития промышленности. В статье предложены научно-методологические положения, формирующие основы организационного программирования стратегического развития промышленности, а также способствующие формированию методологической, информационной и инструментальной слаженности исследований для специалистов разных профилей.

© Глухов В.В., Бабкин А.В., Батукова Л.Р., Шкарупета Е.В., Махмудова Г.Н., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Ключевые слова: индикативное планирование, устойчивое развитие, организационное программирование, цифровая трансформация, промышленная экосистема, Индустрия 5.0

Благодарности: Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-28-01316 «Стратегическое управление эффективным устойчивым ESG-развитием многоуровневой киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа в циркулярной экономике на основе концепции Индустрия 5.0: методология, инструментарий, практика», https://rscf.ru/project/23-28-01316.

Для цитирования: Глухов В.В., Бабкин А.В., Батукова Л.Р., Шкарупета Е.В., Махмудова Г.Н. (2024) Теоретические положения программирования стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0. π-Economy, 17 (5), 61–87. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17504

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17504

THEORETICAL PROVISIONS OF PROGRAMMING OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF INDUSTRY IN THE CONDITIONS OF THE FORMATION OF INDUSTRY 5.0

V.V. Glukhov[1], A.V. Babkin[1] ✉, L.R. Batukova[2], E.V. Shkarupeta[1,3], G.N. Makhmudova[4]

[1] Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation;

[2] Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation;

[3] Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation;

[4] Tashkent State University of Economics, Tashkent, Republic of Uzbekistan

✉ al-vas@mail.ru

Abstract. In the context of the ongoing transition to an integrated cyber-information society and the corresponding cyber-information mode of production, the global industry is overcoming a period of deep systemic transformations at the macro-, meso- and micro-levels. The organizational foundations of industry, its financial, investment and information support acquire fundamentally new meanings and forms, which have no analogues in history. Today, in different industries, special mesostructures – umbrella industrial EICSG ecosystems – are emerging and becoming increasingly influential. This is explained by the fact that these mesostructures, together with system-forming industries, are designed to ensure infrastructural and functional basis of Industry 5.0, which is the primary form of the newly emerging cyber-information mode of production. The most important organizational and managerial problem of industry at the present stage of historical evolution remains the unsolved problem of the transition from "manual" management of large industrial mesostructures to organizational programming. The latter is a special organizational mechanism, which removes or significantly alleviates the problem of subjectivity, inconsistency, untimeliness, inadequacy of management decisions in conditions of high organizational and scientific and technological complexity of management facilities, volatility and uncertainty of their external environment, a large number of stakeholders influencing the decision-making processes. Basically, organizational programming is a mechanism for coordinating the objective organizational and institutional dynamics of industry, predetermined by the impact of scientific and technological progress. Organizational programming is functionally focused on identifying and understanding the laws and models of objective development of the industrial sphere and coordinating the integrated mass of joint efforts and resources of society to achieve optimal evolutionary transformations of industry. Solving the problem of transferring the management of industrial mesostructures to the mechanisms of organizational programming is hindered by: at the conceptual level – the lack of well-developed theoretical and methodological foundations of organizational programming of strategic industrial

© Glukhov V.V., Babkin A.V., Batukova L.R., Shkarupeta E.V., Makhmudova G.N., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

development; at the scientific and practical level – methodological, informational and instrumental inconsistency of research by specialists of different profiles in terms of creating an organizational platform of strategic industrial development program. The article proposes scientific and methodological provisions that form the foundations of organizational programming of strategic industrial development, as well as contribute to the development of methodological, informational and instrumental coherence of research for specialists of different profiles.

Keywords: indicative planning, sustainable development, organizational programming, digital transformation, industrial ecosystem, Industry 5.0

Acknowledgements: The research was financially supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-28-01316 "Strategic management of effective sustainable ESG development of a multi-level cyber-social industrial ecosystem of a cluster type in a circular economy based on the concept of Industry 5.0: methodology, tools, practice". Available online: https//rscf.ru/project/23-28-01316.

Citation: Glukhov V.V., Babkin A.V., Batukova L.R., Shkarupeta E.V., Makhmudova G.N. (2024) Theoretical provisions of programming of strategic development of industry in the conditions of the formation of Industry 5.0. π-Economy, 17 (5), 61–87. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17504

Введение

Актуальность исследования

В текущий исторический момент промышленность России переживает период кардинальных трансформаций, которые связаны с переходом к интегральному киберинформационному обществу (*сокр*. КИФ-общество), базирующемуся на соответствующем киберинформационном способе производства. Переход к интегральному КИФ-обществу означает кардинальное обновление образа жизни населения, следовательно, и всего комплекса приоритетов и потребностей общества. Соответственно, это требует глубокого, системного обновления промышленности, ее организационно-управленческих механизмов.

Государством сегодня определено, что основой суверенного развития страны является опережающее научно-технологическое обновление в системообразующих сферах общества, включая промышленность, а также своевременное адекватное реагирование на возникающие большие вызовы[1]. Отметим, что назревшая необходимость глубокой системной трансформации промышленности является одним из важнейших факторов эволюции общества, а поэтому и большим научно-технологическим вызовом.

Системная трансформация промышленности проявляет себя в различных аспектах. В том числе в предопределенности фундаментальных изменений организационно-управленческой сферы. Строго говоря, новая промышленная система, основанная на киберинформационных производственных механизмах, должна иметь релевантную организацию и систему управления. В продолжение всего позднеиндустриального общества (*сокр*. ПИН-общество) организация и управление промышленной сферой строились на интуитивных подходах и так называемом «ручном управлении»[2]. Сегодня даже без расчетов и строго логических выкладок видно, что интуитивные подходы и ручное управление не релевантны для столь сложных организационных механизмов, как промышленность. А поэтому они не обеспечивают ей устойчивость развития и необходимые темпы роста в новой организационной и научно-технологической реальности.

[1] Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145; Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 328.

[2] Под «ручным управлением» здесь понимается управление, основывающееся на управленческих решениях, принимаемых ограниченной группой лиц, использующих при подготовке решений субъективно ориентированную оценку текущей ситуации и стратегических перспектив предприятия. В ручном управлении высоки риски не учитывать в должной мере объективные факторы и в большей степени принимать во внимание субъективные интересы заинтересованных сторон.

Системная трансформация промышленности основывается на существенных, согласованных изменениях всех ее уровней (макро-, мезо- и микро-) [1, 2]. Так, на мезоуровне промышленности сегодня идет становление новых видов мезоорганизационных структур, что предопределяет необходимость принципиально новых походов к правлению на макроуровне.

Одним из важнейших видов мезоорганизационных структур является зонтичная промышленная EICSG-экосистема, которая совместно с системообразующими отраслями промышленности обеспечивает для Индустрии 5.0 (первичной формы вновь формирующегося киберинформационного способа производства) *инфраструктурно-функциональный базис*. Зонтичная промышленная EICSG-экосистема как молодой, активно формирующийся вид мезоструктур нуждается в создании программных управленческих подходов и технологий, совместимых с соответствующими программными управленческими подходами и технологиями в промышленности в целом.

Особенности исследования

Важной особенностью исследования является то, что оно осуществлено в парадигме организационной системотехники. Последняя суть отрасль теории систем, фокусирующаяся на анализе общественных (человеконаполненных[3]) метасистем (т.е. метасистем, образующихся на базе воспроизводства общественных отношений) для решения воспроизводственных задач общества, в том числе в области промышленности.

Поскольку категориальный аппарат организационной системотехники в предметной области общественных и экономико-управленческих наук не в полной мере удовлетворяет задачам исследования, то авторами предложены уточнения и определения ряда категорий. В том числе таких, как «системо-общество», «организационное программирование», «стратегическое программное управление», «индикативное планирование» и др., которые стали базисными понятиями исследования. Полезность обновления категориального аппарата на базе организационной системотехники определяется еще и тем, что на практике это вносит вклад в повышение эффективности разработки междисциплинарных проектов по цифровизации экономики и управления в целом. Острая необходимость междисциплинарных решений для указанных сфер отмечается рядом авторов ([3–7] и др.).

Результаты современных исследований специалистов в организационно-управленческой и экономической сферах должны *иметь вид*, который будет: а) правильно и однозначно понимаем специалистами из IT-сферы, а также инженерами и другими узкими специалистами; б) учитывать специфику подходов и мышления последних. Обозначенная потребность связана с фундаментальными организационными и технологическими изменениями организационно-управленческой и экономической сфер. Последние теперь все более интеллектуализируют используемую систему принятия решений: а) передавая значительную ее часть цифровым агентам, интеллектуальным системам сбора и обработки данных; б) все более вовлекая системы ИИ и продвигая задачи по разработке генеративного интеллекта и др. [8–11]. Поэтому предложенная адаптация категориального аппарата и методологии организационно-управленческих и экономических дисциплин в парадигме организационной системотехники сегодня представляется весьма полезной.

Настоящее исследование будет полезно и для решения методологической задачи по созданию концептуального инструментального подхода многомерного рассмотрения *промышленности и ее организационных объектов*, включая зонтичную промышленную EICSG-экосистему. Представленное исследование является логическим продолжением ранее опубликованных

[3] К человеконаполненным системам (и процессам) относятся те, которые эволюционируют *объективно* через эволюцию образующих их общественных отношений (*сокр.* ОО). ОО понимаются в широком смысле слова и включают весь спектр общественных отношений, формирующих общество – между индивидами, между группами индивидов, между индивидом и группой. Поэтому человеконаполненные системы – это особый вид систем. Он существует в естественном Бытии (см. сноску 7) в виде субъективных социальных взаимодействий, но имеет и реализует объективную природу общественного существования человека. Объективная динамика ОО является движущей силой эволюции человеконаполненных систем.

работ в области: а) развития организационных основ промышленности в условиях перехода к новой эпохе исторического развития [6, 9, 12–15]; б) формирования отвечающим требованиям времени концепций стратегического и индикативного управления [16, 17].

Идея, цель и задачи исследования

Переход к новому киберинформационному способу производства в форме Индустрии 5.0 реализуется через фундаментальные системные изменения в организации промышленности. Предпосылки таких изменений:

1) осознание и признание обществом факта ***объективности*** исторической эволюции системной организации промышленно-производственной сферы под влиянием столь же объективного воздействия гиперфункции научно-технологического прогресса общества[4] (*сокр*. НТПО) [17, 18].

2) рассмотрение обществом динамики всей целостности промышленно-производственных отношений (реализуемых через субъективные механизмы) как объективной основы промышленного развития;

3) установление основ эволюции промышленного комплекса (законов, закономерностей, моделей организации и динамики) как объективных следствий НТПО и с опорой на них переведение стратегического развития промышленности на программную основу.

Для перехода к программному стратегическому управлению промышленным развитием должен быть осуществлен синтез организационных и IT-походов рассмотрения и моделирования механизма стратегического управления промышленным комплексом. Важной составляющей последнего является промышленная EICSG-экосистема, которая совместно с системообразующими отраслями промышленности обеспечивает для Индустрии 5.0 *инфраструктурно-функциональный базис*.

Идейным фокусом настоящей статьи является[5] разработка понятийного аппарата, теоретико-методологических основ и структурно-логических схем, поясняющих суть организационного механизма программного управления промышленностью в структурно-архитектурном[6], организационном (институциональном) и информационном базисе[7].

Представленные результаты формируют необходимую теоретико-методологическую основу для адекватной постановки задачи по разработке концепции индикативного стратегического программного управления зонтичной промышленной EICSG-экосистемой Индустрии 5.0.

Целью исследования является разработка теоретических положений организационного программирования стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0.

Важнейшие *задачи исследования*:

1. Разработать теоретико-методологический и категориальный аппарат, обеспечивающий инструментальную базу проведения исследований организации программирования стратегического развития промышленности в парадигме организационной системотехники, в том числе:

– понятие «системо-общество» и концепт организационного пространства системо-общества, формируемого тремя основными модальностями естественного Бытия[8];

– понятие и концептуальную двухмерную модель пирамиды индикативного стратегического планирования;

– понятие «организационное программирование».

---

[4] Имеется ввиду, что научно-технологический прогресс без прогресса человека и общественных отношений не существует.

[5] В обеспечение формирования предпосылок и концептуальных снов программного управления промышленным развитием.

[6] Изложено в данной публикации.

[7] Планируется представить в следующей публикации «Концепция индикативного стратегического программного управления зонтичной промышленной EICSG-экосистемой Индустрии 5.0».

[8] Слово «Бытие» пишем с прописной буквы, если говорим об организационном пространстве естественного Бытия, образуемом тремя модальностями, т.е. когда делаем указание на всеобъемлющее, полное, организационное Бытие. Слово «бытие» пишем со строчной буквы в понятиях «*реальное* бытие системы», «*структурно-архитектурное* бытие системы», «инобытие системы», имея в виду указание на условное, частичное бытие в одной из модальностей.

2. Уточнить: а) концептуальную модель четырехкомпонентной зонтичной промышленной EICSG-экосистемы; б) структуру технологического пакета промышленности как элемента Индустрии 5.0; в) категориальную суть понятия «индустрия» в широком и узком понимании.

3. В парадигме организационной системотехники уточнить понятия «стратегическое планирование», «индикативный вид планирования», «директивный вид планирования», «индикативное стратегическое планирование» как важнейшие категории организационного программирования промышленности. Определить понятие «организационное программирование промышленности».

4. Разработать концепт трехмерного базиса организационного пространства программного механизма управления промышленностью, отображенного в трех основных модальностях естественного Бытия.

5. Определить и обосновать структурно-архитектурный базис организационного пространства механизма программного управления промышленностью.

Основные положения. Методы и инструменты исследования

Системо-общество как категория организационной системотехники и как методологическая основа исследования

В парадигме организационной системотехники общество рассматривается по модели системо-общества. Последнее предстает как универсальный системно организованный феномен в конкретно-исторической форме, базирующийся на соответствующем способе производства. Поэтому способ производства должен быть рассмотрен как макроорганизационный институт воспроизводства общественного бытия, а промышленность (в аспекте ее механизма программирования стратегического развития) – как важнейший организационно-институциональный механизм способа производства.

Соответственно, методология рассмотрения промышленности и ее механизма программирования стратегического развития, а также подмеханизмов последнего (в частности, механизма зонтичной промышленной EICSG-экосистемы) задается на макрометодологическом уровне методологией рассмотрения общества по модели системо-общества. Общество, рассмотренное по этой модели, представляет собой метасистему, которая:

– *во-первых*, имеет системообразующим базисом совокупность объективно эволюционирующих общественных отношений между субъектами общества[9];

– *во-вторых*, рассматривается исследователем в организационном пространстве естественного Бытия (*сокр*. пространство естественного Бытия);

– *в-третьих*, в пространстве естественного Бытия системо-общество существует в трех основных (организационных) модальностях. Это модальность *реальной организации* (*реального* бытия системы), *структурно-архитектурной организации* (*структурно-архитектурного* бытия системы) и *информационной организации* (инобытия системы).

Таким образом, категория «системо-общество» – это теоретическая модель представления общества, существующего и эволюционирующего как организационное единое целое (организационная целостность) в организационном пространстве естественного Бытия в трех его основных модальностях. В процессе моделирования объекты системо-общества (механизмы, процессы, системы) одновременно «отображаются» (а еще точнее – «существуют») своими основными базисами в основных модальностях естественного Бытия (рис. 1).

Рассмотрение системо-общества в организационном пространстве трех модальностей естественного Бытия обязывает все существующие в системо-обществе на правах вложенности объекты также рассматривать в перечисленных модальностях. Это необходимо для достижения

[9] Под общественными отношениями понимаются отношения между субъектами общества вида: «человек–человек», «человек–группа», «группа–группа», «человек–общество». Общественные отношения формируются по поводу существования/эволюционирования субъектов в обществе, вместе с обществом, на базе общества.

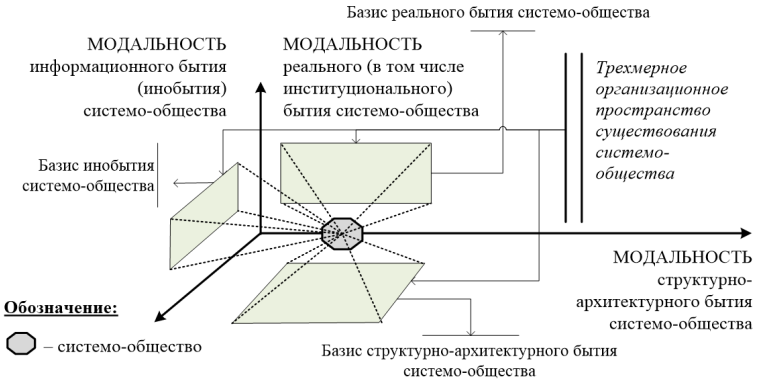


Рис. 1. Организационное пространство существования системо-общества в основных модальностях естественного Бытия
Fig. 1. Organizational space of existence of a system-society in the main modalities of natural Being

адекватности рассмотрения последних, а также всего системо-общества в целом. Данное положение напрямую относится к промышленности, в том числе к ее управленческому аспекту – механизму программирования стратегического развития, а также к ее подмеханизму – зонтичной промышленной EICSG-экосистеме. Графическое пояснение по рассмотрению организационного пространства существования системо-общества в трех основных модальностях естественного Бытия представлено на рис. 1.

Трехмерное организационное пространство промышленности в аспекте ее механизма программирования стратегического развития является «вложенным» в организационное пространство системо-общества и там образует своеобразный трехмерный «пузырек», суть *подпространство* организационных отношений промышленного воспроизводства, которое тоже существует в аналогичных модальностях. Далее такое подпространство будем называть «вложенным гиперорганизационным пространством», так как попасть в него можно только из пространства организационных отношений системо-общества.

Предложенная концепция рассмотрения системо-общества необходима как теоретико-методологическая основа системного, трехмерного конструирования механизма программирования стратегического развития промышленности и как методологический базис для разработки вложенного механизма (подмеханизма) – индикативного стратегического программного управления зонтичной промышленной EICSG-экосистемой Индустрии 5.0.

Уточнение понятий в парадигме организационной системотехники для решения задач исследования

Отметим, что определяющим моментом современного перехода к интегральному КИФ-обществу, идущему на смену ПИН-обществу, является формирование новой киберинформационной формы способа производства. По результатам проведенного исследования категория «способ производства» определена авторами как исторически обусловленный способ интегрированного эволюционного воспроизводства *взаимодействия четырех ресурсных макроорганизационных агрегатов* хозяйственного (производственного) уклада, включая: (1) систему средств производства; (2) систему энерго- и ресурсообеспечения экономико-хозяйственной и управленческой деятельности; (3) комплекс интегрированных *управляющих* экономико-хозяйственных и управленческих механизмов общества, основывающихся на специфических конкретно-исторических моделях; (4) институт интегрированного общественного сознания и социального капитала. Последний объективно формируется в средах, постоянно воспроизводящих интеллектуально-культурную основу общественных отношений, – в социальной, экономической, производственной, эко-, ментальной и др. Особенность агрегата (4) в том, что он одновременно является фундаментальным идеальным ресурсом, условием и движущей силой развития агрегатов (1)–(3) [15].

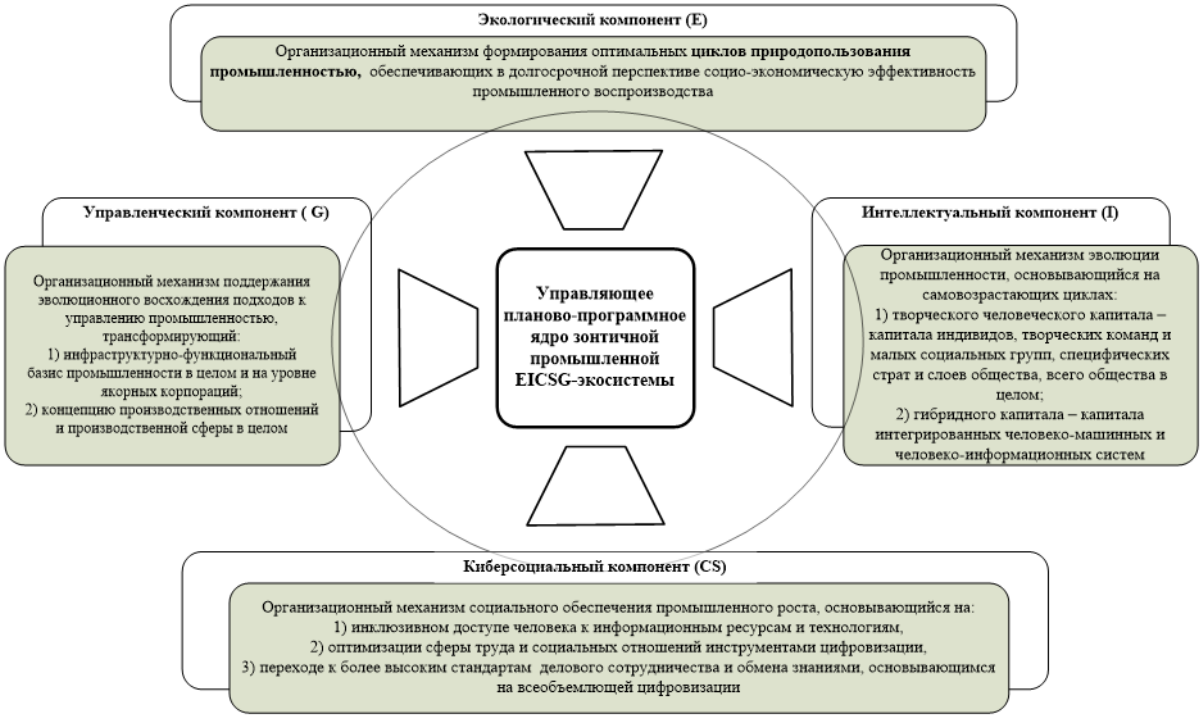


Рис. 2. Четырехкомпонентная модель зонтичной промышленной EICSG-экосистемы
Fig. 2. Four-component model of the umbrella industrial EICSG ecosystem

При переходе к интегральному КИФ-обществу киберинформационная форма способа производства в промышленности изначально (у нас на глазах) обретает конкретно-исторический вид промышленной Индустрии 5.0.

Поэтому Индустрия 5.0 как форма киберинформационного способа производства – это конкретно-исторический организационный механизм продвижения системно релевантных киберинформационных трансформаций (разворачивающихся в русле НТПО) *четырех ресурсных макроорганизационных агрегатов* промышленно-производственного уклада.

Зонтичная промышленная EICSG-экосистема является одним из инструментов реализации предназначения промышленной Индустрии 5.0 (как формы способа производства), а в органичной интеграции с системообразующими отраслями промышленности обеспечивает *инфраструктурно-функциональный базис* Индустрии 5.0.

Промышленная EICSG-экосистема формируется во взаимодействии четырех компонентов – организационных механизмов (рис. 2). В том числе это [9, 15]:

1) экологический компонент (E) – организационный механизм формирования оптимальных циклов природопользования промышленностью, обеспечивающих в долгосрочной перспективе социо-экономическую эффективность промышленного воспроизводства;

2) интеллектуальный компонент (I) – организационный механизм эволюции промышленности, основывающийся на самовозрастающих циклах:

2.1) творческого человеческого капитала – капитала индивидов, творческих команд и малых социальных групп, специфических страт и слоев общества, всего общества в целом;

2.2) гибридного капитала – капитала интегрированных человеко-машинных и человеко-информационных систем;

3) управленческий компонент (G) – организационный механизм поддержания эволюционного восхождения подходов к управлению промышленностью, трансформирующий:

3.1) инфраструктурно-функциональный базис промышленности в целом и на уровне якорных корпораций;

3.2) концепцию производственных отношений и производственной сферы в целом;

4) киберсоциальный компонент (CS) – организационный механизм социального обеспечения промышленного роста, основывающийся на:

4.1) инклюзивном доступе человека к информационным ресурсам и технологиям;

4.2) оптимизации сферы труда и социальных отношений инструментами цифровизации и интеллектуализации;

4.3) переходе к более высоким стандартам делового сотрудничества и обмена знаниями, основывающимся на платформенной всеобъемлющей цифровизации и интеллектуализации деловых коммуникаций и делового сотрудничества.

Важно отметить, что категория Индустрии 5.0 опирается на понятие «индустрия» в широком смысле слова, подразумевая форму экономико-управленческой организации промышленности в масштабе общества в целом. Этот контекст индустрии как макроорганизационного феномена впервые возник в XX веке и связан с переходом к ПИН-обществу, а также со становлением отраслевой потоково-передельной организации промышленности.

Но сегодня понятие «индустрия» одновременно используется и в широком, и в узком смысле. Рассмотрим узкий контекст. Для этого сначала проясним концептуально устройство организационно-управленческого механизма промышленной EICSG-экосистемы.

Последний существует и воспроизводится в *собственном подпространстве* естественного Бытия (*сокр*. собственное подпространство). Но одновременно он существует и воспроизводится в *основном пространстве* естественного Бытия промышленной Индустрии 5.0 (*сокр*. основное пространство), поскольку вложен в последнее.

Собственное подпространство EICSG-экосистемы представлено тремя *дополнительными модальностями* (строго говоря, *подмодальностями*). Это:

– *модальность реального бытия* (подмодальность). Здесь промышленная EICSG-экосистема *воспроизводится в виде* института отношений по поводу программного управления ядром, периферией и внешними связями EICSG-экосистемы;

– *структурно-архитектурная модальность* (подмодальность). Здесь промышленная EICSG-экосистема *воспроизводится в виде* комплекса организационных форм, ядром которого является киберсоциальный экономический промышленный кластер (*сокр*. КСЭП-кластер) [6, 15], а периферией – окружение кластера;

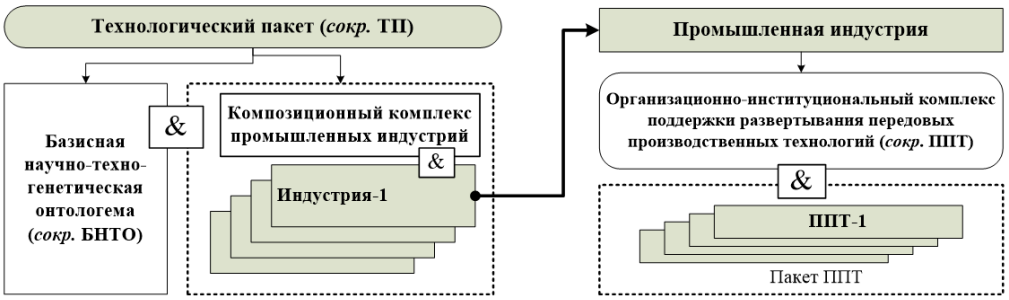
– *информационная модальность* (подмодальность). Здесь промышленная EICSG-экосистема *воспроизводится в виде знаниево*-информационного базиса, содержащего организационную сущность промышленной EICSG-экосистемы, включая цели компонентной базы и программные основы развития.

Функциональная специфика воспроизводства промышленной EICSG-экосистемы состоит в том, что она собою привносит и обеспечивает для Индустрии 5.0 аспект сетизации *инфраструктурно-функционального базиса*.

Возможность реализовывать эту функцию связана с тем, что промышленная EICSG-экосистема сама является гибридным сетеиерархическим институционально-организационным механизмом. Сетеиерархическая сущность промышленной EICSG-экосистемы в трех перечисленных модальностях выражается следующем образом:

– *в модальности реального бытия – это* институт поддержания сетевого взаимодействия специальных промышленных индустрий[10];

[10] Понятие «специальная промышленная индустрия» проиллюстрировано на схеме рис. 3. Эволюционный тренд промышленных индустрий задается эволюционными приоритетами техногенетических матриц интегрального КИФ-общества. Понятие «техногенетические матрицы» будет проиллюстрировано в части 2.



Обозначения: ППТ – сокр. от «Передовые производственные технологии»

Рис. 3. Технологический пакет в составе его *основных агрегатов – базисной научно-техногенетической онтологемы* (*сокр*. БНТО) и композиционного комплекса промышленных индустрий

Fig. 3. Technological package consisting of its main units – basic scientific-technogenetic ontologeme and composite complex of industrial industries

– *в структурно-архитектурной модальности – это* структурно-архитектурный комплекс организаций, генерирующий и поддерживающий исполнение системы планово-программных заданий для КСЭП-кластера[11] и его периферии;

– *в информационной модальности – это* информационный базис теоретико-методологического обеспечения и практического создания системы планово-программных заданий для КСЭП-кластера и его окружения.

Промышленная EICSG-экосистема в рамках Индустрии 5.0 должна обеспечить адекватное сетеиерархическое сцепление научно-технологической эволюции технологических пакетов (*сокр*. ТП)[12] в составе их *основных агрегатов* – это базисная научно-техногенетическая онтологема и композиционный комплекс промышленных индустрий (рис. 3).

Здесь мы имеем дело с понятием «индустрия» в узком смысле слова. Промышленная индустрия (индустрия в узком смысле) – это специальный институт промышленности конкретно-исторического киберинформационного способа производства. Организационно промышленная индустрия представляет собой локальную платформу сопровождения[13] развития и совершенствования комплекса генетически и/или организационно связанных *передовых производственных технологий* (*сокр*. ППТ) киберинформационного способа производства интегрального КИФ-общества.

Определение планирования и стратегического планирования как базовых категорий методологии программирования стратегического развития промышленности

Программный подход к управлению зонтичной промышленной EICSG-экосистемой основывается на индикативном стратегическом планировании. Поэтому понятия «планирование», «стратегическое планирование», «индикативное планирование» и «индикатор» должны быть строго заданы в контексте организационной парадигмы.

В общем виде в теории и на практике понятие «планирование» применительно к промышленности определяют по-разному, в том числе как способ, метод и/или инструмент управления. Специфика же планирования как управленческой категории состоит в том, что она имеет основным предметом управления – *управление ресурсами* некоторой организационной сущности. Организационные сущности могут быть разными – организационного микро-, мезо- или макроуровня[14], но при этом суть планирования сохраняется. Определяющим фокусом планирования

[11] Ядро КСЭП-кластера формируют одна иди несколько якорных корпораций.
[12] Понятие разработано на основе идей, изложенных в [19, 20].
[13] Сопровождение научно-технологическое, правовое, логистическое и других форм.
[14] Например, предприятие – микроуровень, промышленный кластер – мезоуровень, отрасль федерального значения – макроуровень.

промышленности *сегодня* является оптимизация управления ресурсами для повышения уровня выживаемости и устойчивости развития выбранных организационных сущностей[15].

Планирование имеет специфику рассмотрения, поскольку может быть рассмотрено в следующих основных контекстах:

– во-первых, как *организационно-управленческий механизм*, систематизирующий и оптимизирующий ресурсообеспечение развития данной организационной сущности;

– во-вторых, как *организационно-управленческий алгоритм действий* субъекта планирования по использованию имеющихся в его распоряжении ресурсов с целью достижения заданных результатов.

– в-третьих, как *функция планирования*, т.е. циркулярный организационный механизм использования и возобновления ресурсной базы.

Соответственно, определим *стратегическое планирование* как *организационно-управленческий механизм, ориентирующий управление промышленности на оптимальное использование стратегических ресурсов*[16] согласно конкретному формально определенному алгоритму действий, который (как считается априори) способствует достижению наилучших результатов. В условиях ресурсных ограничений *стратегическое планирование ставится* на циркулярную основу для достижения воспроизводства ресурсов *и/или снижения ущерба от их использования*.

В зависимости от организационных приоритетов и ситуации могут применяться разные *формы* стратегического планирования. В качестве теоретически базовых форм *выделяют* две «крайние», основывающиеся на одноименных принципах. В том числе это: а) *директивное стратегическое планирование* (*сокр*. директивное планирование) – формируется приоритетом директивного принципа планирования; б) *индикативное стратегическое планирование* (*сокр*. индикативное планирование) – опирается на приоритет индикативного принципа планирования.

На практике перечисленные формы сосуществуют во взаимном органичном дополнении, но при лидерстве одной из форм. То есть часть организационного механизма планирования реализуется по принципу директивности, а часть – по принципу индикативности. При этом один является рамочным-определяющим *видом планирования*[17] (рис. 4).

В общем виде принцип ***директивности планирования*** (в контексте организационной системотехники) – это правило, *которое предусматривает* приоритетное *формирование и окончательное утверждение организационно-управленческого алгоритма действий* на высшем уровне системы управления данной организации (на макроуровне субъекта планирования).

При директивном планировании высший управленческий уровень вменяет всем нижестоящим управленческим уровням *организационно-управленческий алгоритм действий* по использованию ресурсов и по необходимым результатам в виде требований, обязательных к исполнению. Отметим, что требования могут выглядеть по-разному. Это могут быть точные цели или нормы (например, коридор пороговых значений, в который нужно попасть), обязательные к исполнению рекомендации по вектору и темпам развития (контрольные цифры и индикаторы направления развития), а также финансовые и/или количественные показатели.

---

[15] В отличие от планирования понятие «управление» (в контексте стратегического и тактического управления) может обозначать способ/метод/инструмент обеспечения выживания и/или устойчивого развития организации через контроль и согласование ее идее- и целеполагания с идее- и целеполаганием партнерских организаций и/или с идее- и целеполаганием организационной сущности более высокого порядка, в которой существует данная организация. Например, предприятие (данная организация) развивается в отрасли (организационная сущность более высокого порядка, в которой существует и воспроизводится данная организация), а значит, идее- и целеполагание предприятия должно согласовываться с идее- и целеполаганием предприятий отрасли (партнерские организации), а также с идее- и целеполаганием отрасли (организационная сущность более высокого порядка).

[16] Стратегические ресурсы организационной сущности включают комплексные и/или наиболее значимые экзистенциальные ресурсы, и/или ресурсы стратегической перспективы (ресурсы будущего), и/или ресурсы для достижения намеченных приоритетов стратегического управления.

[17] В рамках одного вида планирования (например, индикативного) всегда сочетаются две формы – индикативная и директивная. Название виду планирования присваивается по доминантной форме.

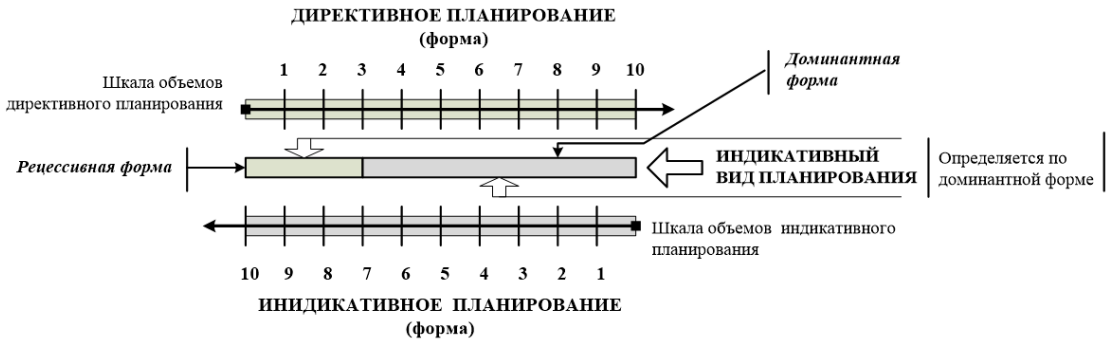


Рис. 4. Индикативный вид планирования, сочетающий индикативную и директивную формы
Fig. 4. Indicative type of planning, combining indicative and directive forms

Отличительная особенность директивного планирования в том, что высший управленческий уровень здесь является *генеральным распорядителем ресурсов* и единолично несет ответственность за промежуточные и конечные результаты реализации плана, а все прочие уровни являются «совещательно-исполнительными».

Из сказанного видно, что директивное планирование не эквивалентно жесткому администрированию, хотя безусловно к нему склонно.

На предшествующем историческом этапе, в рамках ПИН-общества (XX век), *директивная форма планирования* стала организационной основной планового социалистического хозяйства СССР. Это позволило достаточно глубоко развить планирование в масштабах государства. Директивная форма показывает себя незаменимой в мобилизационные периоды жизни государства и компаний, а также в специальных областях деятельности и особых ситуациях.

В общем виде принцип *индикативности планирования* – это правило, которое предусматривает итерационное формирование и окончательное утверждение организационно-управленческого алгоритма действий по использованию доступных для конкретных распорядителей ресурсов в интересах высших, экзистенциально значимых приоритетов и *целей государства и общества с учетом солидарной ответственности всех уровней и организаций-участников*. Априори предполагается что «индикатор» индикативного планирования – это объективный приоритет НТПО, достижение которого является стратегически безальтернативным для всех участников индикативного планирования.

Соответственно, индикативное стратегическое планирование – это последовательность (алгоритм) *действий, построенная на индикаторах НТПО*.

В общем виде «индикатор» индикативного планирования – это такой объективный приоритет НТПО, достижение которого является стратегически безальтернативным для всех участников механизма индикативного планирования. Сегодня на практике и в научной литературе выделяют *три основные группы таких индикаторов* (табл. 1) [16]:

1) *рекомендации* – это приоритеты государства и общества, достаточно точно определенные по целям, объему, срокам, ресурсам и т.д.; могут быть представлены в виде государственных, научно-технологических, социально-культурных программ, проектов, стратегий развития;

2) *ориентировки* – это вызовы, проблемы, угрозы и риски, концептуальные условия, позволяющие правильно определять и формулировать, а также согласовывать организациям цели, объемы, сроки, ресурсы и другие параметры плана, а также способы и виды контроля;

3) *советы* – это подходы, методология и методы составления, реализации и контроля планов, алгоритмы и механизмы подключения к государственным программам, проектам, стратегиям.

При индикативном планировании ответственность за формирование и исполнение *организационно-управленческого алгоритма действий* делится между организациями, генерирующими

индикаторы (рекомендующе-ориентирующе-советующими) и организациями, использующими индикаторы – формирующими на их основе свои планы.

В XX веке, в период доминирования ПИН-общества, индикативное планирование (как концептуальный подход к выработке организационно-управленческой программы промышленного развития) достаточно интенсивно развивалось либерально-рыночными экономиками стран Запада. Государственные, надгосударственные и межгосударственные программы производственного, инновационного развития, инструменты финансово-экономического стимулирования экономики формировались в виде рекомендующе-ориентирующе-советующих инструментов. На основе последних частный производственный бизнес определял свои инновационные, производственные и рыночные планы, стратегии, программы развития.

В этой связи следует отметить, что эффективность индикативного планирования напрямую определяется эффективностью функции стратегического прогнозирования и футурологического моделирования НТПО, а также способностью государства адекватно и сбалансированно формировать и продвигать индикаторы стратегического развития в промышленной сфере.

Таблица 1. Управленческий аспект групп индикаторов при организации индикативного планирования
Table 1. Management aspect of indicator groups in organizing indicative planning

Группа индикаторов	Характеристика
Рекомендации	Совокупность концептуальных, определенных потребностями НТПО *предложений и указаний для руководства* относительно управленческих решений, вписывающихся в приоритеты направлений научно-технологического, социально-культурного и экологического развития промышленности страны
Ориентировки	*Концепция способов и методов* направления действий руководства на конкретные «ориентиры» в привязке к законам, национальным программам, стратегиям развития и т.д.
Советы	*Особые наставления* для руководства с учетом ситуации и специфики ситуации и сферы деятельности

Организационный механизм любого вида стратегического планирования (по определению планирования[18]) всегда включает некоторое *элементарное операционное ядро, обеспечивающее управление ресурсами* [20, 25, 26]. Последнее состоит из подсистем, функционально ответственных за (рис. 5):

а) распределение организационных задач и закрепление ответственности за их выполнение;

б) оптимальное распределение ресурсов по задачам, а также закрепление ответственности за их использование;

в) организацию выполнения задач/работ, включая определение алгоритмов, моделей, образцов, способов действий руководства и исполнителей, а также порядок использования ресурсов.

Таким образом, какого масштаба мы ни возьмем механизм планирования, какого вида он ни будет, его операционным ядром всегда будет модуль по управлению ресурсами.

Индикативное стратегическое планирование как основа организационного программирования промышленности

Индикативное стратегическое планирование формирует базу организационного программирования промышленности, а также ее вложенной мезоситемы – зонтичной промышленной EICSG-экосистемы. Поэтому для достижения цели исследования понятие индикативного стратегического планирования должно быть определено сущностно и должны быть разработаны основы его организационного механизма (*сокр*. механизм индикативного стратегического планирования).

[18] Фокус на управление ресурсами.

Рис. 5. Базисный (элементарный) организационный механизм планирования[19] в составе элементарного операционного ядра по управлению ресурсами, обеспечивающий его организационными входами и выходами

Fig. 5. Basic (elementary) organizational planning mechanism as part of the elementary operational core for resource management, providing it with organizational inputs and outputs

Согласно определениям, данным выше, индикативное стратегическое планирование – это организационный механизм. Он отвечает за итерационное формирование и окончательное утверждение *алгоритма* по использованию ресурсов, доступных для конкретных распорядителей в интересах высших, экзистенциально значимых приоритетов и целей государства и общества. *Индикативное стратегическое планирование* основывается на солидарной ответственности всех уровней и организаций – участников механизма планирования.

Принципиальной отличительной чертой механизма индикативного стратегического планирования является то, что его идее- и целеполагание базируется на индикаторах, которые определяются высшим (четвертым) управляющим контуром пирамиды индикативного планирования (рис. 5), контролируемым государством. А это значит, что эффективный масштаб механизма индикативного стратегического планирования – государственный, охватывающий все общество. Из этого следует, что индикативное стратегическое планирование в масштабах государства и общества[20] образует *макроорганизационный механизм индикативного стратегического планирования* (*сокр*. МОМИСП) (табл. 1). Важнейшие характеристики МОМИСП следующие:

1) Определяющим *приоритетом* МОМИСП является обеспечение устойчивости и самосохранения действующего государства с опорой на приоритеты НТПО;

2) Формируется МОМИСП как интегральное единство уровней/видов индикативного стратегического планирования (пирамида индикативного стратегического планирования) (рис. 6) и его форм (см. определение индикативного и директивного планирования);

3) Каждый из уровней индикативного стратегического планирования образуется на основе взаимодополнения директивного и индикативного планирования при доминировании одной из форм. Однако индикативная форма является доминантой на высших уровнях МОМИСП – на четвертом (большой (глобальный) циркулярный механизм планирования) и третьем (средний циркулярный механизм планирования), а в отдельных случаях – на втором (малый циркулярный механизм планирования). На более низких уровнях доминирует директивная форма (проектный механизм планирования, базисный (элементарный) механизм планирования) (рис. 6);

4) МОМИСП каждого уровня/вида планирования:

[19] Является элементарным организационным модулем в кортеже основных организационных модулей пирамиды индикативного стратегического планирования.

[20] По определениям, данным выше.

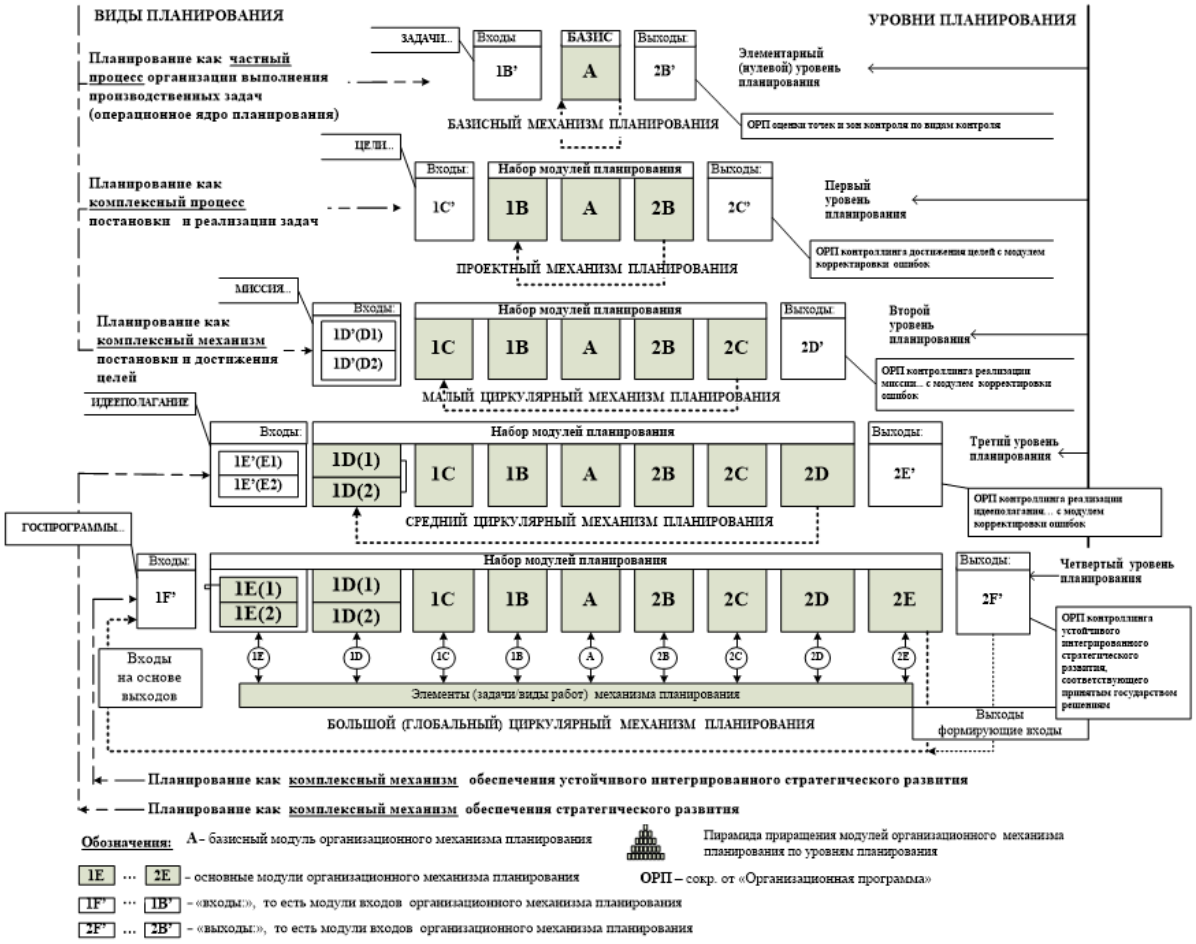


Рис. 6. Структурно-логическая схема концептуальной двухмерной модели пирамиды МОМИСП
Fig. 6. Structural and logical diagram of the conceptual two-dimensional model of the pyramid of the macro-organizational mechanism of indicative strategic planning

– *во-первых*, МОМИСП – это отдельный планово-управленческий модуль пирамиды индикативного стратегического планирования, который включает от одного до девяти операционных планово-управленческих элементов (рис. 6);

– *во-вторых*, содержание планово-управленческого модуля МОМИСП образует обособленный организационный механизм по управлению ресурсами. Всего пирамида содержит пять основных механизмов (по одному на каждый уровень планирования) – это большой (глобальный) циркулярный механизм планирования, средний циркулярный механизм планирования, малый циркулярный механизм планирования, проектный механизм планирования, базисный (элементарный) механизм планирования;

– *в-третьих*, внутренне каждый планово-управленческий модуль МОМИСП формируется: а) операционным ядром в составе совокупности операционных планово-управленческих элементов; б) входами и выходами, которые окружают операционное ядро «слева» и «справа» и вместе составляют «управляющий контур» модуля (табл. 1);

5) Если входы и выходы (управляющий контур модуля) операционного ядра *модуля организационного механизма планирования* задаются в директивной форме, то это делает все операционное ядро и весь планово-управленческий модуль полностью директивными. Появление индикативных форм внутри такого модуля становится нелегитимным. Если входы и выходы

задаются в индикативной или частично директивной форме, то внутри планово-управленческого модуля возможны комбинации решения задач планирования как в индикативной, так и в директивной формах;

6) Пирамида МОМИСП содержит два крайних *модуля организационного механизма планирования, которые по своим характеристикам относятся к организационным противоположностям*.

– *Во-первых*, это модуль базисного механизма планирования (элементарный (нулевой) уровень планирования).

В качестве *операционного ядра* модуль содержит один базисный элемент (показан на рис. 4 как элементарное операционное ядро, а на рис. 5 – как элемент «А»). Управляющий контур модуля (входы и выходы операционного ядра) является низшим по рангу в пирамиде индикативного стратегического планирования. Форма и вид планирования в рамках модуля являются строго директивными.

Важно, что элементы операционного ядра и управляющего контура данного модуля в обязательном порядке содержатся во всех прочих *модулях организационного механизма планирования* пирамиды индикативного стратегического планирования. Поэтому, формируя более высокие уровни и виды планирования, ответственные за это, институты и организации всегда должны ориентироваться на характеристики и возможности базисного (элементарного) организационного механизма планирования.

– *Во-вторых*, это четвертый модуль базисного механизма планирования, который обеспечивает высший (четвертый) уровень планирования в соответствующей пирамиде.

В качестве *операционного ядра* модуль содержит девять элементов. Управляющий контур модуля (элементы входов и выходов операционного ядра) является высшим по рангу управляющим контуром в пирамиде индикативного стратегического планирования. Высший управляющий контур планирования формируется и реализуется при прямом участии государства, поэтому он имеет высший ранг в пирамиде.

Поскольку высший управляющий контур планирования контролируется и координируется государством, то государство несет ответственность за:

а) организацию высшего (четвертого) уровня планирования в целом;

б) трансляцию на более низкие уровни *индикаторов* высшего управляющего контура планирования;

в) организацию циркулярного механизма воспроизводства макроорганизационного механизма индикативного планирования (*сокр*. МАОМИП) на основе соответствующих алгоритмов воспроизводства пирамиды индикативного стратегического планирования.

В современных условиях государство не может формировать высший управляющий контур в форме сугубо директивного планирования, поскольку это приведет к нелегитимности индикативных механизмов планирования внутри данного *модуля организационного механизма* (*большого* (*глобального*) *циркулярного механизма планирования*), *а также недопустимо ограничит свободу принятия управленческих решений* на более низких уровнях планирования, в то время как НТПО остро нуждается в инициативе всех участников эволюционного процесса. Из сказанного следует, что высший (четвертый) управляющий контур планирования должен быть *индикативным*.

Отметим, что по определению «индикативное» не значит «не точное» или «не обязательное к исполнению». «Индикативное» означает, что полноту ответственности за результат разделяют между собой как государство, так и организации и предприятия, подключившиеся к пирамиде индикативного стратегического планирования. Это относится ко всей системе государственных плановых заданий в отношении государственных и негосударственных экономических акторов.

Помимо крайних (элементарного (нулевого), а также четвертого (высшего) модуля базисного механизма планирования) пирамида содержит еще три модуля.

Модули пирамиды индикативного стратегического планирования *разных* уровней и видов планирования различаются по набору элементов их операционного ядра и управляющему контуру, а также по комбинациям форм планирования (разные доли индикативного и директивного планирования). И как следствие – по масштабу задач и сфере ответственности за результат. В табл. 2 дана краткая характеристика уровней и видов планирования, определен состав операционного ядра.

Таблица 2. Уровни и виды индикативного стратегического планирования
Table 2. Levels and types of indicative strategic planning

Уровни планирования	Вид планирования (*сокр.* П.) в МАОМИП	Организационная суть модуля*	Элементный состав операционного ядра модуля (без управляющего контура**)
Элементный (нулевой) уровень	П. как бизнес-процесс организации выполнения конкретных производственных задач в рамках конкретных технологий	Базисный (элементарный) организационный механизм	Один элемент – A
Первый уровень	П. как комплексный процесс постановки и реализации задач в рамках заранее определенной цели проекта	Проектный организационный механизм	Три элемента – 1B, A, 2B
Второй уровень	П. как комплексный механизм интерпретации миссии и/или сценариев развития для постановки целей и их достижения	Малый организационный циркулярный механизм	Пять элементов – 1C, 1B, A, 2B, 2C
Третий уровень	П. как комплексный механизм обеспечения стратегического развития на базе моделирования миссии и/или сценариев развития	Средний организационный циркулярный механизм	Семь элементов – 1D (включая 1D(1) и 1D(2)), 1C, 1B, A, 2B, 2C, 2D
Четвертый (высший) уровень, макроуровень	П. как комплексный механизм обеспечения устойчивого интегрированного стратегического развития на базе государственного идееполагания и футурологического моделирования будущего	Большой (глобальный) организационный циркулярный механизм	Девять элементов – 1E (включая 1E(1) и 1E(2)), 1D (включая D1 и D2), 1C, 1B, A, 2B, 2C, 2D, 2E

* Модуль организационного механизма планирования.
** Управляющий контур операционного ядра модуля в составе входов и выходов, не контролируемых операционным ядром.

Краткая характеристика элементов операционного ядра индикативного стратегического планирования приведена в табл. 3.

Таким образом, у каждого уровня/вида планирования пирамиды индикативного стратегического планирования в составе модуля организационного механизма планирования имеются свое операционное ядро и свой управляющий контур. Высшим управляющим контуром для всей пирамиды индикативного стратегического планирования МАОМИП является четвертый. В табл. 4 кратко охарактеризованы управляющие контуры по уровням планирования.

Организационное программирование промышленности

В условиях перехода к Индустрии 5.0 организация промышленного производства стремительно усложняется [21–24]. Также увеличивается подвижность и неопределенность внешней среды как для предприятий, так и для мезоструктур. В этой связи принятие оптимальных управленческих решений для всей совокупности акторов промышленности, в том числе для зонтичных

промышленных EICSG-экосистем, становится все более проблематичным. Поэтому сегодня остро актуален вопрос переведения управления развитием Индустрии 5.0 и зонтичных промышленных EICSG-экосистем на методологию и инструментарий организационного программирования, поскольку это создает адекватную базу для: а) всеобъемлющего внедрения IT-методов и технологий; б) интеграции организационных и IT-решений; в) формирования платформ, управляемых разного уровня интеллектуальными системами; г) осмысления перспектив введения генеративного интеллекта в управление.

Таблица 3. Краткая характеристика элементов операционного ядра индикативного стратегического планирования
Table 3. Brief description of the elements of the operational core of indicative strategic planning

Шифр элемента	Характеристика операционного модуля
A	а) Распределение задач/работ... б) Определение и распределение ресурсов и ответственности... в) Организация выполнения задач/работ...
1B	Формирование задач и согласование их с ресурсной базой
2B	Определение параметров контроля выполнения, в том числе: 1) по зонам контроля – ожидаемые результаты и механизмы контроля внутренних процессов и механизмов; 2) по видам контроля – предварительный, текущий и последующий контроль
1C	Постановка системы стратегических целей развития
2C	Формирование внутренней системы контроллинга постановки целей и результатов их достижения – по зонам и видам контроля (включает организационную программную корректировку выявленных проблем и ошибок планирования)
1D(1)	Анализ и прогнозирование
1D(2)	Определение миссии, сценариев и моделей развития, укрупненных стратегических ориентиров
2D	Контроллинг механизма и результатов планирования
1E(1)	Футурологическое моделирование динамики организации внешней среды и ее институтов (в том числе научно-технологических и инновационных), бизнес-среды, бизнес-моделей организаций и предприятий
1E(2)	Идеополагание – выработка идей достижения устойчивого стратегического развития для конкретных субъектов индикативного стратегического планирования: экономических регионов, отраслей, кластеров, видов и форм бизнеса, в условиях научно обоснованной динамики организации внешней среды
2E	Контроллинг результатов реализации индикативного стратегического планирования и его результатов
1F’	Научно-технологическое, инновационное, социально-экономическое, региональное, инфраструктурное развитие в интересах устойчивого интегрированного стратегического развития общества и промышленности в законах и подзаконных актах, госпрограммах, госпроектах, инвестиционных проектах, стратегиях, направленное на системное, комплексное устойчивое развитие государства и общества
2F’	Государственный и общественный контроллинг устойчивого интегрированного стратегического развития, соответствующего принятым государством решениям

В этой связи применительно к промышленности впервые вводится понятие «организационное программирование», разработанное в парадигме организационной системотехники. Под организационным программированием промышленности предлагается понимать:

– *во-первых*, организационную самореализующуюся (после первичного запуска) функцию программного управления организационной сущностью промышленности. Функция формирует

такие алгоритмы организации производственных отношений[21] в промышленности, которые устойчиво воспроизводят промышленную метасистему в развитии (в рамках заданного способа производства) с опорой на передовые тренды и тенденции НТПО;

– *во-вторых*, организационный механизм (механизм организационного программирования промышленности), который циркулярно, с опорой на объективные факторы, самовоспроизводит промышленность в развитии:

- через обеспечение сбалансированного сопряжения объемов и качества организационных ресурсов и мотивов промышленного развития (хотим, можем, имеем возможности в необходимой мере);
- с опорой на объективные движущие силы эволюции (*сокр*. ДСЭ). ДЭС – это комплекс факторов исторической эволюции, экзистенциально значимых для существования системо-общества. Они объективно создают магистральные тренды эволюции системо-общества, которые «подталкивают» и «подтягивают» развитие промышленности через создание постоянно действующих мотиваторов и демотиваторов, а также релевантной ресурсной базы. Указанные тренды становятся единственно возможными траекториями эффективного развития промышленности в исторически конкретных условиях.

Механизм организационного программирования промышленности управляется специальным организационно-информационным модулем, который определяет и формализует приоритеты экзистенциальной важности для эволюции системо-общества и на их основе вырабатывает цели и задачи промышленной эволюции, организует наилучшие возможности для использования ресурсов и конкретизации мотивов развития.

Результаты исследования. Концептуальные основы программного управления промышленностью в организационном пространстве трехмерного базиса

Организационное пространство программного механизма управления промышленностью в трехмерном базисе

Актуальной задачей, а также вызовом новой эпохи интегрального КИФ-общества следует назвать необходимость создания релевантных подходов программного управления промышленностью в аспекте ее механизма программирования стратегического развития.

Это является условием формирования устойчивого инфраструктурно-функционального базиса промышленной Индустрии 5.0 (как начальной формы киберинформационного способа производства).

Для решения данной задачи предлагается представить механизм программирования стратегического развития промышленности в трех основных модальностях естественного Бытия[22] – в реальной (институциональной), структурно-архитектурной, а также информационной («иномодальность»).

Таким образом, мы четко определим организационное пространство программного механизма управления промышленностью.

На рис. 7 представлена концептуальная модель организационного пространства программного механизма управления промышленностью в трехмерном базисе.

Далее следует рассмотрение механизма программного управления промышленностью в каждом из перечисленных частных базисов.

Структурно-архитектурный базис организационного пространства механизма программного управления промышленностью

Государство является основным генератором идей высшего (четвертого) уровня планирования и, соответственно, держателем высшего (четвертого) управляющего контура (рис. 6).

[21] Является не алгоритмом отношений, а алгоритмом формирования отношений.

[22] Указанные модальности вместе определяют организационное пространство естественного Бытия.

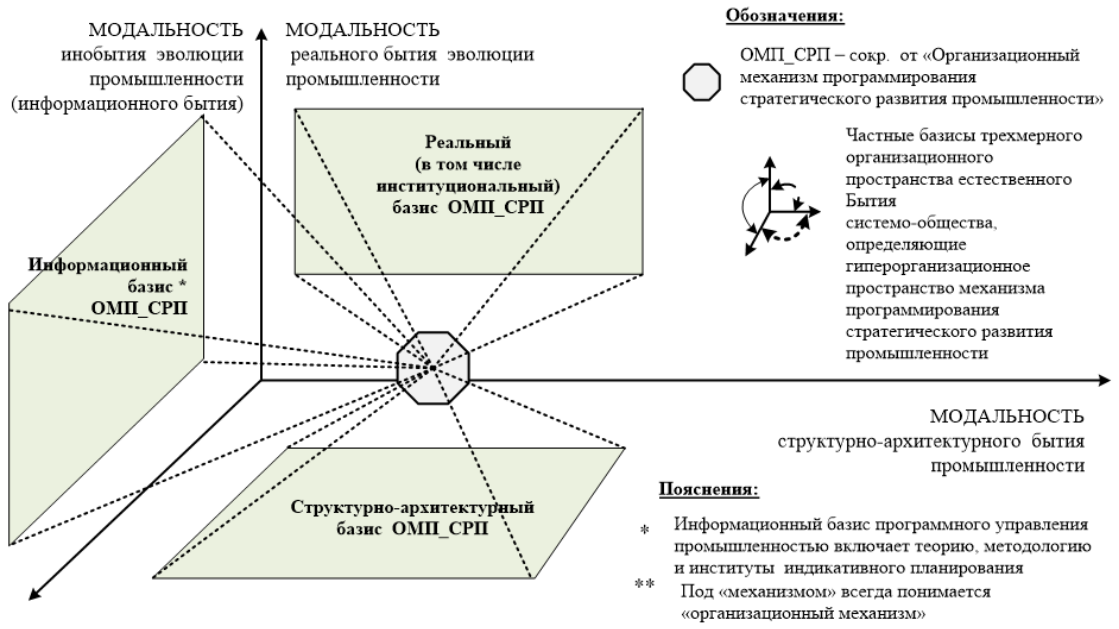


Рис. 7. Организационное пространство программного механизма управления промышленностью в трехмерном базисе
Fig. 7. Organizational space of the program mechanism for industrial management in a three-dimensional basis

Таблица 4. Соответствие управляющего контура уровням планирования
Table 4. Correspondence of the control loop to planning levels

Уровни планирования	Элементы управляющего контура*	Характеристика элементов управляющего контура
Элементный (нулевой) уровень	1B / 2B	Формирование задач и согласование их с ресурсной базой / Определение параметров контроля выполнения...
Первый уровень	1C / 1D(2)	Постановка системы стратегических целей развития / Формирование внутренней системы контроллинга постановки целей и результатов их достижения...
Второй уровень	1D(1), 1D(2) / 2D	Определение миссии, сценариев и моделей развития... / Контроллинг механизма и результатов планирования
Третий уровень	1 E(1), 1E(2) / 2E	Футурологическое моделирование... / Идеополагание... / Контроллинг результатов реализации индикативного стратегического планирования...
Четвертый (высший) уровень, макроуровень	1F' / 2F'	Научно-технологическое, инновационное, социально-экономическое, региональное, инфраструктурное развитие в интересах устойчивого интегрированного стратегического развития общества и промышленности в законах и подзаконных актах, госпрограммах... / Государственный и общественный контроллинг устойчивого интегрированного стратегического развития...

* Элементы входов и выходов.

Последний играет системообразующую роль в механизме программного управления промышленностью. На четвертом уровне государство (совместно с обществом) создает институты и организации программного управления промышленностью для реализации экзистенциально значимых идей.

Очевидно, что важнейшим компонентом программного управления промышленностью является подмеханизм выработки индикаторов промышленного развития.

Индикаторы определяют научно-технологический и социо-экономический вектор эволюции для всех уровней планирования промышленного производства, а также основу государственного и общественного контроллинга и исполнения планов[23]. На рис. 8 представлена схема механизма развертки программного управления промышленностью в структурно-архитектурном базисе. Схема показывает, что в основе организации программного механизма лежит принцип «обратного» отображения пирамиды индикативного стратегического планирования. Суть последнего обстоятельства объясняется тем, что организационно программный механизм начинает собираться «сверху» – с верхнего (четвертого) уровня пирамиды индикативного стратегического планирования, поскольку при стратегическом программировании следует отталкиваться именно от индикаторов с высшим государственным приоритетом[24].

Принципиальная необходимость формирования программного организационного механизма управления промышленностью для любой экономически и технологически суверенной страны в настоящее время состоит в следующем. Все организационные сущности промышленности[25] для достижения оптимальных результатов должны развиваться в органичной, устойчивой, долгосрочной согласованности между собой и с другими социально-экономическими механизмами экономики, государства и общества. Причем развитие должно быть научно-технологически опережающим. Одно рыночное саморегулирование эту задачу не решит.

Поэтому на уровне государства и общества должен быть сформирован единый программный механизм, обеспечивающий объективную основу для того, чтобы организационные сущности промышленности добровольно и инициативно подключались к четвертому, системообразующему уровню механизма программного управления промышленностью – к его госпрограммам, государственным стратегиям, госпроектам промышленного развития и другим механизмам.

Создание условий для таких подключений обеспечит возможности коммерчески целесообразного, а значит, добровольного и массового присоединения организационных сущностей к механизму программного управления промышленностью. Это превращает данный механизм в программное ядро комплексного, циркулярно воспроизводящегося организационного механизма научно-технологического развития промышленности.

То есть запускает процесс самоорганизации эволюции промышленности в русле трендов и тенденций НТПО.

Структурно-архитектурный базис механизма программного управления промышленностью (рис. 8) будет иметь сложную иерархически-сетевую топологию, которая *самоорганизуется* «сверху вниз». Отметим, что структурно-архитектурный базис располагается в структурно-архитектурной модальности бытия системо-общества (рис. 1) и соответствующей модальности естественного структурно-архитектурного бытия промышленности (рис. 7). Это имеет существенное значение для дальнейшего изложения материалов исследования.

В следующей публикации будут даны комментарии по особенностям механизма программного управления промышленностью в структурно-архитектурном базисе и рассмотрены основы ее формирования в институциональном информационном базисе.

---

[23] Обеспечивают контроль и корректировку выявленных проблем и несоответствий.

[24] Когда мы говорим о стратегическом индикативном планировании, то исходим из того, какие ресурсы есть и как наилучшим образом их использовать. Когда стоит задача стратегического индикативного программирования, на уровне государства решается вопрос, как достичь экзистенциально необходимых приоритетов и где взять для этого ресурсы. Таким образом, задачи взаимообратны.

[25] Уровень организационной сущности – это ее класс, выделенный в классы по охвату организационных отношений (масштабу организационных отношений). Например, высший класс – это класс макросущностей. Он включает федерального масштаба отрасли и сектора экономики страны, глобальные и федерального масштаба компании и рынки. Средний класс – это класс мезосущностей. Сюда входят кластеры, отраслевые сегменты и ниши, региональные рынки и компании. Микрокласс – это класс микросущностей. Это малые и средние предприятия, предпринимательские проекты, индивидуальное предпринимательство; элементарные сущности – бизнес- и техпроцессы, реализуемые в рамках заданных технологий.

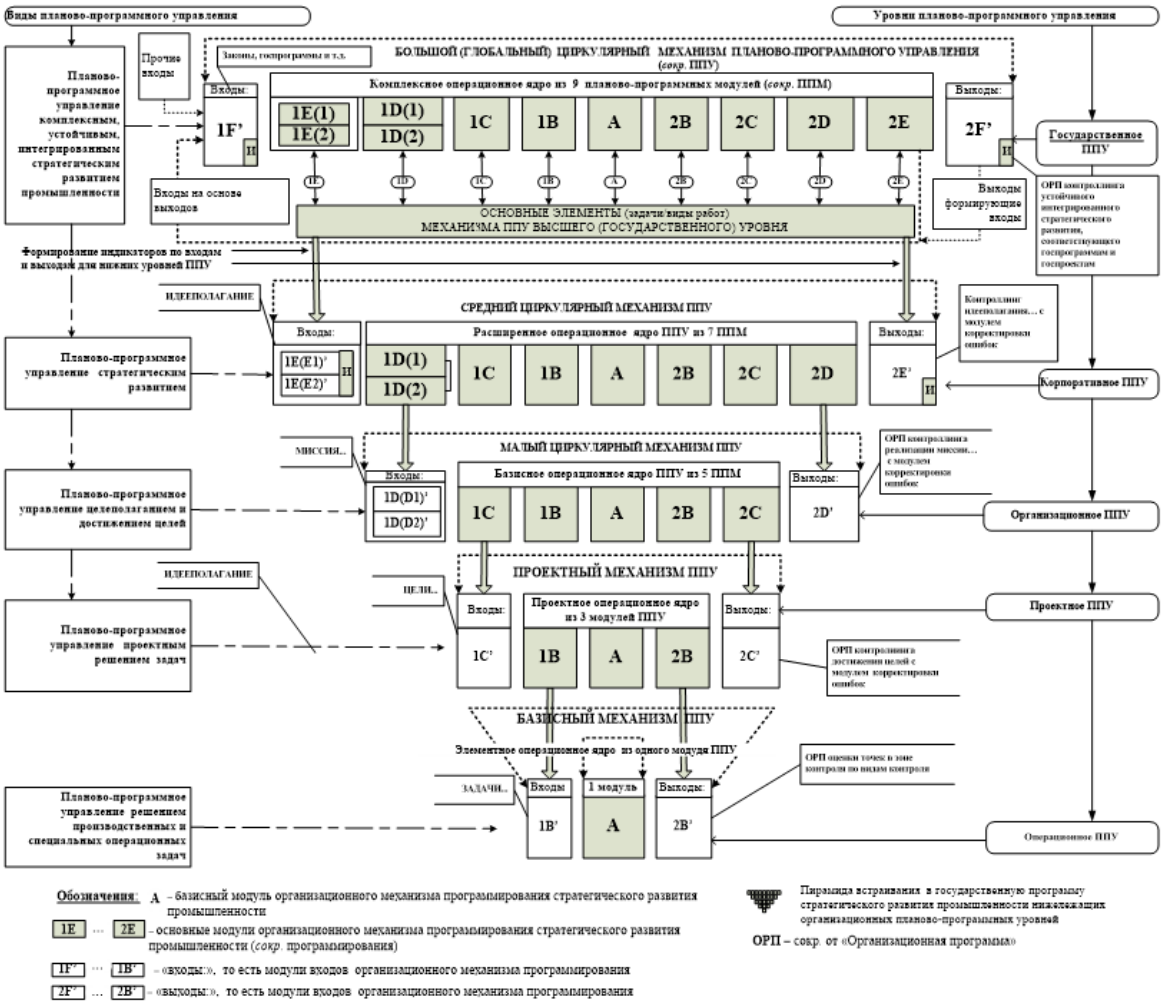


Рис. 8. Структурно-логическая схема (модель) организационного механизма программного управления промышленностью в структурно-архитектурном базисе

Fig. 8. Structural and logical diagram (model) of the organizational mechanism of industrial program management in a structural and architectural basis

Также будут изложены концептуальные положения организации индикативного стратегического программного управления зонтичной промышленной EICSG-экосистемой. В частности, будут затронуты вопросы роли и места зонтичной промышленной EICSG-экосистемы в переходе к Индустрии 5.0, будет дана характеристика механизма программного управления промышленной EICSG-экосистемой в собственном организационном трехмерном базисе.

Обсуждения и предложения

Представленное исследование (в данной его части) концептуально обозначает теоретико-методологические подходы к формированию организационного механизма программного управления стратегическим развитием промышленности.

В работе изложены концептуальные основы программного управления промышленностью в организационном пространстве трехмерного базиса и структурно-логическая схема организационного механизма программного управления промышленностью в структурно-архитектурном базисе.

В двух остальных базисах (реальном (институциональном) и информационном) результаты исследований будут представлены в следующей публикации.

Разработанный подход рассмотрения организационного пространства программного механизма управления промышленностью в трехмерном базисе открывает возможность создания концептов многомерных цифровых образов для сложных организационных механизмов промышленности. В том числе этот подход будет использован для моделирования организационных основ и основ системы управления системообразующего подмеханизма промышленности – зонтичной промышленной EICSG-экосистемы.

Не менее важным направлением продолжения исследований является формирование фундаментальной теории и методологии программного управления промышленным развитием, органично сопрягающим как стратегическое, так и тактическое развитие. А также назрела необходимость сетизации и интеллектуализации исследовательских и аналитических подходов, применяемых в исследованиях программного управления промышленным развитием.

Обозначенные направления ждут своих исследователей, поскольку имеют высокую теоретическую и практическую значимость.

Вывод

В статье рассмотрен организационный механизм программирования стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0. Это дает возможность по-новому взглянуть на источники и закономерности динамики промышленной эволюции.

В работе представлена только схема (модель) организационного механизма программного управления промышленностью в структурно-архитектурном базисе, являющаяся одним из трех основных аспектов программирования стратегического развития промышленности. Концепт существования в реальном (институциональном) и информационном базисе планируется представить в следующей статье.

Настоящее исследование вносит вклад в развитие фундаментальных и прикладных основ управленческой и экономико-управленческой мысли. Основные полученные результаты:

1. Разработан теоретико-методологический и категориальный аппарат, включающий фундаментальную категорию организационной системотехники – «системо-общество». Также уточнена категория «способ производства» и дано определение Индустрии 5.0 как вновь формирующейся киберинформационной формы способа производства.

2. Проведено углубленное рассмотрение и уточнение понятия зонтичной промышленной EICSG-экосистемы как агрегата Индустрии 5.0. Уточнена четырехкомпонентная модель зонтичной промышленной EICSG-экосистемы. Проведено углубленное рассмотрение и сопоставление понятия «индустрия» в широком смысле (как формы экономико-управленческой организации промышленности в масштабе общества в целом) и в узком смысле (как специального института промышленности конкретно-исторического киберинформационного способа производства).

3. В рамках методологии организационной системотехники определены понятия «индикативное планирование» и «директивное планирование». Дано определение формам индикативного и директивного планирования, а также индикативному и директивному виду планирования. Уточнено понятие «индикатор» как категории индикативного вида и формы планирования. Представлено понятие «организационное программирование промышленности».

4. Для визуального логического рассмотрения макроорганизационного механизма индикативного стратегического планирования разработана структурно-логическая схема (модель) концептуальной двухмерной модели пирамиды индикативного стратегического планирования (рис. 5).

5. Разработаны и представлены: а) трехмерный базис организационного пространства программного управления промышленностью (рис. 7); б) структурно-логическая схема организационного механизма программного управления промышленностью в структурно-архитектурном базисе (рис. 8).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стоянова О.В., Лезина Т.А., Иванова В.В. (2022) Стратегическое управление компанией в условиях цифровой трансформации: анализ концепций, подходов и методов. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент*, 21 (3), 370–394. DOI: https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2022.303

2. Ястребов А.П. (2023) Управление качеством стратегических процессов цифровой трансформации экономики. *Общество и наука: векторы развития*, 193–195. DOI: https://doi.org/10.21661/r-558761

3. Newcomb T.J., Simonin P.W., Martinez F.A., Chadderton W.L., Bossenbroek J.M., Cudmore B., Hoff M.H., Keller R.P., Ridenhour B.D., Rothlisberger J.D., Rutherford E.S., Van Egeren S., Lodge D.M. (2021) A Best Practices Case Study for Scientific Collaboration between Researchers and Managers. *Fisheries*, 46, 131–138. DOI: https://doi.org/10.1002/fsh.10536

4. Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Гилева Т.А., Плетнев Д.А. (2022) Методология стратегического управления цифровым потенциалом сложных экономических систем на основе платформенной концепции. *МИР* (*Модернизация. Инновации. Развитие*), 13 (4), 592–609. DOI: https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.4.592-609

5. Ельшин Л.А., Прыгунова М.И. (2016) О необходимости применения междисциплинарного подхода к моделированию циклической активности развития экономических систем. *Современный взгляд на будущее науки*, 1, 45–47.

6. Бабкин А.В., Батукова Л.Р. (2023) Концептуальные основы многомерного системного моделирования механизма устойчивого ESGC-развития киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа. *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*, 3, 17–37. DOI: https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-3-2

7. Babkin A., Maksyutina E., Shkarupeta E., Mikhailov P. (2023) The strategy for the development of the fusion of customized production as the basis for reset of the Industry 5.0. *E3S Web of Conferences*, 458, art. no. 04014. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345804014

8. Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М. (2023) Индустрия 5.0 и интеллектуальная экономика: основы нейро-цифровой трансформации киберсоциальных метаэкосистем высокотехнологичных промышленных комплексов. *π-Economy*, 16 (5), 8–21. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.16501

9. Babkin A., Batukova L., Bagdasaryan L., Mikhailov P., Karimov D. (2024) The concept of a university's scientific and educational mechanism with elements of Industry 5.0. *E3S Web of Conferences*, 531, art. no. 05023. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453105023

10. Квинт В.Л., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. (2022) Стратегия формирования платформенной операционной модели для повышения уровня цифровой зрелости промышленных систем. *Экономика промышленности*, 15 (3), 249–261. DOI: https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-249-261

11. Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. (2022) Цифровое стратегирование промышленных систем на основе устойчивых экоинновационных и циркулярных бизнес-моделей в условиях перехода к Индустрии 5.0. *Экономика и управление*, 28 (10), 1006–1020. DOI: https://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020

12. Бабкин А.В., Акмаева Р.И., Алексеева Н.С. и др. (2022) О стратегиях развития российских организаций в новой реальности. *Стратегическое управление устойчивым развитием экономики в новой реальности*, монография, СПб.: Политех-Пресс, 121-152.

13. Батукова Л.Р., Багдасарян Н.А., Багдасарян Л.А. (2023) Концепция цепочки создания научно-образовательной ценности университета 4.0 для устойчивого развития и суверенизации России. *Интеллектуальная инженерная экономика и индустрия 5.0* (*ЭКОПРОМ*), 769–773. DOI: 10.18720/IEP/2023.4/229

14. Шкарупета Е.В. (2023) Терминологические конструкты концепции цифрового стратегирования промышленных систем. *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*, 1, 85–99. DOI: https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-1-5

15. Бабкин А.В., Батукова Л.Р., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В., Лэйфэй Ч. (2024) Стратегическое управление развитием промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0. *ЭКО*, 5, 318–331. DOI: https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2024-5-287-300

16. Батукова Л.Р. (2020) Система государственного стратегического планирования: индикативный подход к организации. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 12–3, 469–477. DOI: https://doi.org/10.17513/vaael.1535

17. Батукова Л.Р. (2022) Национальное стратегическое планирование: генезис, понятие, трехконтурная организация. В книге: *Стратегическое управление устойчивым развитием экономики в новой реальности*, монография (под ред. А.В. Бабкина), СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 10–58.

18. Батукова Л.Р. (2022) Национальное стратегическое планирование: организационная основа программирования развития экономико-управленческой сферы. *Экономика и Индустрия 5.0 в условиях новой реальности* (*ИНПРОМ-2022*), 26–30. DOI: https://doi.org/10.18720/IEP/2022.1/3

19. Тараненко С.Б., Переслегин С.Б. и др. (2009) *Технологические пакеты мейнстрима*, М.: РНЦ «Курчатовский институт».

20. Журавлев Д.М., Глухов В.В. (2021) Стратегирование цифровой трансформации экономических систем как драйвер инновационного развития. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 14 (2), 7–21. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.14201

21. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15501

22. Колмыкова Т.С., Ковалев П.П. (2022) Цифровая трансформация бизнеса в контексте стратегии непрерывного совершенствования. *Управленческий учет*, 7–2, 250–256. DOI: https://doi.org/10.25806/uu7-22022250-256

23. Селезнева А.И. (2022) Трансформация бизнес-моделей российских компаний в условиях интернационализации и институциональных изменений. *Российский журнал менеджмента*, 20 (3), 385–412. DOI: https://doi.org/10.21638/spbu18.2022.304

24. Силкина Г.Ю., Алексеева Н.С., Шевченко С.Ю. (2022) Сквозные технологии производства и управления: Эффекты отраслевого применения и потенциальной синергии. *π-Economy*, 15 (5), 43–57. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15503

25. Левенцов В.А., Зайцева В.Д. (2022) Факторы повышения эффективности производственных систем в контексте цифровой трансформации промышленности. *Экономика и предпринимательство*, 4 (141), 1304–1307. DOI: https://doi.org/10.34925/EIP.2022.141.4.244

26. Митяков Е.С., Ладынин А.И., Козлов Я.В. (2023) Концептуальная модель управления сложными производственными системами в условиях цифровой трансформации. *Журнал прикладных исследований*, 9, 38–43. DOI: https://doi.org/10.47576/2949-1878_2023_9_38

REFERENCES

1. Stoianova O.V., Lezina T.A., Ivanova V.V. (2022) Strategic company management during digital transformation: Analysis of conceptions, approaches and methods. *Vestnik of Saint Petersburg University. Management*, 21 (3), 370–394. DOI: https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2022.303

2. Iastrebov A.P. (2022) Upravlenie kachestvom strategicheskikh protsessov tsifrovoi transformatsii ekonomiki [Quality management of strategic processes of digital transformation of the economy]. *Society and Science: Future Development*, 193–195. DOI: https://doi.org/10.21661/r-558761

3. Newcomb T.J., Simonin P.W., Martinez F.A., Chadderton W.L., Bossenbroek J.M., Cudmore B., Hoff M.H., Keller R.P., Ridenhour B.D., Rothlisberger J.D., Rutherford E.S., Van Egeren S., Lodge D.M. (2021) A Best Practices Case Study for Scientific Collaboration between Researchers and Managers. *Fisheries*, 46, 131–138. DOI: https://doi.org/10.1002/fsh.10536

4. Glukhov V.V., Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Gileva T.A., Pletnev D.A. (2022) Methodology for strategic management of the digital potential of complex economic systems based on the platform concept. *MIR* (*Modernization. Innovation. Research*), 13 (4), 592–609. DOI: https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.4.592-609

5. El'shin L.A., Prygunova M.I. (2016) O neobkhodimosti primeneniia mezhdistsiplinarnogo podkhoda k modelirovaniiu tsiklicheskoi aktivnosti razvitiia ekonomicheskikh sistem [On the need to apply an interdisciplinary approach to modeling the cyclical activity of economic systems development]. *Sovremennyi vzgliad na budushchee nauki* [*A modern view of the future of science*], 1, 45–47.

6. Babkin A.V., Batukova L.R. (2023) Conceptual foundations of multidimensional system modeling of the mechanism of sustainable ESGC development of a cluster-type cybersocial industrial ecosystem. *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*, 3, 17–37. DOI: 10.21685/2227-8486-2023-3-2

7. Babkin A., Maksyutina E., Shkarupeta E., Mikhailov P. (2023) The strategy for the development of the fusion of customized production as the basis for reset of the Industry 5.0. *E3S Web of Conferences*, 458, art. no. 04014. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345804014

8. Babkin A.V., Liberman I.V., Klachek P.M. (2023) Industry 5.0 and intelligent economy: fundamentals of neuro-digital transformation of cyber social meta-ecosystems of high-tech industrial complexes. *π-Economy*, 16 (5), 8–21. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.16501

9. Babkin A., Batukova L., Bagdasaryan L., Mikhailov P., Karimov D. (2024) The concept of a university's scientific and educational mechanism with elements of Industry 5.0. *E3S Web of Conferences*, 531, art. no. 05023. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453105023

10. Kvint V.L., Babkin A.V., Shkarupeta E.V. (2022) Strategizing of forming a platform operating model to increase the level of digital maturity of industrial systems. *Russian Journal of Industrial Economics*, 15 (3), 249–261. DOI: https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-249-261

11. Glukhov V.V., Babkin A.V., Shkarupeta E.V. (2022) Digital strategizing of industrial systems based on sustainable eco-innovation and circular business models in the context of the transition to Industry 5.0. *Economics and Management*, 28 (10), 1006–1020. DOI: https://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020

12. Babkin A.V., Akmayeva R.I., Alekseeva N.S. et al. (2022) O strategiyakh razvitiya rossiiskikh organizatsii v novoi real'nosti [On the development strategies of Russian organizations in the new reality] In: *In: Strategic management of sustainable economic development in the new reality* (*ed. Babkin A.V.*), *monograph, St. Petersburg: Politekh-Press*, 121-152.

13. Batukova L.R., Bagdasaryan N.A., Bagdasaryan L.A. (2023) The concept of the chain of creation of scientific and educational value of the university 4.0 for sustainable development and sovereignization of Russia. *Intellectual Engineering Economics and Industry 5.0* (*IEEI_5.0_ECOPROM*), 769–773. DOI: 10.18720/IEP/2023.4/229

14. Shkarupeta E.V. (2023) Terminological constructs of the concept of digital strategizing of industrial systems. *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*, 1, 85–99. DOI: https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-1-5

15. Babkin A.V., Batukova L.R., Shkarupeta E.V., Tashenova L.V., Leifei C. (2024) Strategic Management of Industry 5.0 Industrial EICSG Ecosystem Development. *ECO*, 5, 318–331. DOI: https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2024-5-287-300

16. Batukova L.R. (2020) System of state strategic planning: indicative approach to organization. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [*Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*], 12–3, 469–477. DOI: https://doi.org/10.17513/vaael.1535

17. Batukova L.R. (2022) Natsional'noe strategicheskoe planirovanie: genezis, poniatie, trekhkonturnaia organizatsiia [National strategic planning: genesis, concept, three-circuit organization]. In: *Strategic management of sustainable economic development in the new reality* (*ed. Babkin A.V.*), monograph, St. Petersburg: Politekh-Press, 10–58.

18. Batukova L.R. (2022) National strategic planning: organizational framework programming the development of the economic and managerial. *Ekonomika i Industriia 5.0 v usloviiakh novoi real'nosti* (*INPROM-2022*) [*Economy and Industry 5.0 in the context of the new reality* (*INPROM-2022*)], 26–30. DOI: https://doi.org/10.18720/IEP/2022.1/3

19. Taranenko S.B., Pereslegin S.B. et al. (2009) *Tekhnologicheskie pakety meinstrima* [*Mainstream Tech Packs*], M.: RNTS "Kurchatovskii institut".

20. Zhuravlev D.M., Glukhov V.V. (2021) Strategizing of economic systems digital transformation: a driver on innovative development. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 14 (2), 7–21. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.14201

21. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Digital transformation of industrial enterprises in the new reality. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15501

22. Kolmykova T.S., Kovalev P.P. (2022) Digital transformation of business in the context of continuous improvement strategy. *Management Accounting*, 7–2, 250–256. DOI: https://doi.org/10.25806/uu7-22022250-256

23. Selezneva A.I. (2022) Transformation of business models of large Russian firms under internationalization and institutional changes. *Russian Management Journal*, 20 (3), 385–412. DOI: https://doi.org/10.21638/spbu18.2022.304

24. Silkina G.Yu., Alekseeva N.S., Shevchenko S.Yu. (2022) End-to-end production and management technologies: effects of industry application and potential synergy. *π-Economy*, 15 (5), 43–57. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15503

25. Leventsov V.A., Zayzeva V.D. (2022) Factors of increasing the efficiency of production systems in the context of digital transformation of industry. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 4 (141), 1304–1307. DOI: https://doi.org/10.34925/EIP.2022.141.4.244

26. Mityakov E.S., Ladynin A.I., Kozlov Ya.V. (2023) A conceptual model for managing complex production systems in the context of digital transformation. *Journal of Applied Research*, 9, 38–43. DOI: https://doi.org/10.47576/2949-1878_2023_9_38

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ГЛУХОВ Владимир Викторович
E-mail: office.vicerector.me@spbstu.ru
Vladimir V. GLUKHOV
E-mail: office.vicerector.me@spbstu.ru

БАБКИН Александр Васильевич
E-mail: al-vas@mail.ru
Aleksandr V. BABKIN
E-mail: al-vas@mail.ru

БАТУКОВА Луиза Рихардовна
E-mail: malilu@yandex.ru
Luiza R. BATUKOVA
E-mail: malilu@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2978-6396

ШКАРУПЕТА Елена Витальевна
E-mail: 9056591561@mail.ru
Elena V. SHKARUPETA
E-mail: 9056591561@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3644-4239

МАХМУДОВА Гулжахон Нематджоновна
E-mail: guljaxon0038@gmail.com
Guljakhon N. MAKHMUDOVA
E-mail: guljaxon0038@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1801-4326

Поступила: 26.09.2024; Одобрена: 21.10.2024; Принята: 22.10.2024.
Submitted: 26.09.2024; Approved: 21.10.2024; Accepted: 22.10.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 88–98.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 88–98.

Цифровая трансформация региональных экономических систем

Digital transformation of regional economic systems

Научная статья
УДК 332
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17505

АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ДИСПРОПОРЦИЙ УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕГИОНАХ РОССИИ С УЧЕТОМ ОТРАСЛЕВОЙ СПЕЦИФИКИ

И.С. Трапезникова ✉, **Ж.Е. Трапезникова**

Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ trapeznikova_1976@mail.ru

Аннотация. *Цель статьи*: анализ территориальных диспропорций цифровизации предприятий индустриального сектора. *Методология статьи*: в основе исследования не лежит самостоятельная авторская методика. Задача авторов заключалась в ранжировании субъектов Российской Федерации по уровню цифровизации отраслей промышленности. Учитывая характер статистической информации, регионы проранжированы по двум направлениям – применение искусственного интеллекта региональными предприятиями и объем используемых производственных технологий по отраслям промышленности в границах административной единицы. Основой для данного исследования стали материалы сайта Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, а также Федеральной службы государственной статистики. *Результаты исследования*: 1) проанализирована разница в применении искусственного интеллекта региональными предприятиями и объеме используемых высокотехнологичных решений по отраслям промышленности в границах административной единицы; 2) рассмотрены причины «цифрового отставания» отдельных отраслей и регионов. По итогам исследования авторами сделаны следующие *общие выводы*. Внедрение передовых производственных технологий на промышленных предприятиях проходит неравномерно. Это обусловлено тем, что небольшие коммерческие предприятия не могут себе позволить вкладывать существенные средства в технологическое и информационное развитие, а для тяжелых отраслей промышленности цифровизация не всегда значимо влияет на улучшение бизнес-результата, что демотивирует собственников. Для всех отраслей промышленности и объемов производства актуальна проблема наличия кадров, обладающих соответствующими цифровыми компетенциями. Для сокращения цифрового разрыва и создания единых сквозных платформенных цифровых систем, объединяющих отраслевые бизнес-процессы предприятий индустриального сектора в производственные цепочки добавленной стоимости, необходимо совершенствовать систему государственных стимулов и дотаций. Приоритеты должны быть смещены в направлении обучения персонала, поддержки небольших производств, а также тех отраслей промышленности, которые не могут самостоятельно финансировать развитие цифровых компетенций, но при этом являются значимыми для экономического развития страны. *Авторский вклад*: проведен мониторинг территориальных различий уровня цифровизации промышленности, выдвинуты предложения трансформации системы государственной поддержки цифрового развития промышленных предприятий.

Ключевые слова: территориальные диспропорции цифровизации промышленности, цифровая трансформация экономики, государственная поддержка цифрового развития промышленного сектора, неравномерность цифрового развития участников производственных цепочек добавленной стоимости

© Трапезникова И.С., Трапезникова Ж.Е., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Для цитирования: Трапезникова И.С., Трапезникова Ж.Е. (2024) Анализ территориальных диспропорций уровня цифровизации промышленности в регионах России с учетом отраслевой специфики. π-Economy, 17 (5), 88–98. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17505

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17505

ANALYSIS OF TERRITORIAL DISPROPORTIONS IN THE LEVEL OF INDUSTRIAL DIGITALIZATION IN THE REGIONS OF RUSSIA, TAKING INTO ACCOUNT INDUSTRY SPECIFICS

I.S. Trapeznikova ✉, **Zh.E. Trapeznikova**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

✉ trapeznikova_1976@mail.ru

Abstract. *The purpose of the article*: To analyze territorial disproportions in the digitalization of industrial sector enterprises. *Methodology of the article*: The study is not based on an independent author's methodology. The authors' task was to rank the subjects of the Russian Federation by the level of digitalization of industrial sectors. Given the nature of statistical information, the regions are ranked in two areas – the use of artificial intelligence by regional enterprises and the volume of production technologies used by industrial sectors within the boundaries of the administrative unit. The basis for this study were the materials of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation website, as well as the Federal State Statistics Service. *Results of the study*: 1. The difference in the use of artificial intelligence by regional enterprises and the volume of high-tech solutions used by industrial sectors within the boundaries of the administrative unit were analyzed; 2. The reasons for the "digital lag" of individual industries and regions were considered. Based on the results of the study, the authors made the following *general conclusions*. The introduction of advanced production technologies at industrial enterprises is uneven. This is due to the fact that small commercial enterprises cannot afford to invest significant funds in technological and information development, and for heavy industries, digitalization does not always significantly affect the improvement of business results, which demotivates owners. The problem of the availability of personnel with the appropriate digital competencies is relevant for all industries and production volumes. To reduce the digital gap and create unified end-to-end platform digital systems that combine industry business processes of industrial enterprises into value-added production chains, it is necessary to improve the system of state incentives and subsidies. Priorities should be shifted towards personnel training, support for small industries, as well as those industries that cannot independently finance the development of digital competencies, while being significant for the economic development of the country. *Author's contribution*: Monitoring of territorial differences in the level of industrial digitalization was carried out; proposals were put forward for the transformation of the system of state support for the digital development of industrial enterprises.

Keywords: territorial disproportions in industrial digitalization, digital transformation of the economy, state support for the digital development of the industrial sector, uneven digital development of participants in value-added production chains

Citation: Trapeznikova I.S., Trapeznikova Zh.E. (2024) Analysis of territorial disproportions in the level of industrial digitalization in the regions of Russia, taking into account industry specifics. π-Economy, 17 (5), 88–98. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17505

Введение

Цифровая трансформация экономики в Российской Федерации обозначена в качестве стратегической ключевой задачи развития государства, выполнение которой возложено на соответствующие органы государственного управления.

© Trapeznikova I.S., Trapeznikova Zh.E., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

В частности, Правительством Российской Федерации в соответствии со Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы была утверждена национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». За время существования программы удалось добиться значительных успехов. В последние два года уровень внедрения новых технологий в стране вырос в полтора раза. Россия по совокупному объему вычислительных мощностей входит в десятку мировых лидеров. Согласно оценке Минэкономразвития, общий уровень внедрения искусственного интеллекта в приоритетных направлениях экономики составил 31,5%[1].

К настоящему времени программа модифицирована в соответствии с актуальным опытом ее реализации – перераспределено финансирование, в том числе сокращены вливания в национальный проект «Цифровая экономика», который заканчивается в 2025 году, после чего федеральные финансы до 2030 года будут сосредоточены в развитии проекта «Экономика данных». Кроме того, значительно увеличен бюджет федерального проекта «Развитие кадрового потенциала в ИТ-отрасли» [9].

В целом реализация национальных проектов направлена на изменение модели управления экономикой – от программно-целевой формы к программно-прогностической. В связи с внедрением цифровых технологий должны произойти смена экономического уклада, а также модификация традиционных рынков, социальных отношений и, как следствие, государственного управления в целом.

Благодаря осуществлению более эффективных процессов, базирующихся на соответствующей цифровой инфраструктуре, принципиально изменятся источник добавленной стоимости и структурное построение экономики [14].

Первая и самая очевидная реакция государства – сформировать систему финансирования предприятий, активно внедряющих цифровые технологии в свою деятельность. При этом на начальных этапах реализации программы не акцентировалось внимание на отраслевой принадлежности, что привело к ожидаемому перекосу в уровнях цифрового развития. Опережающими темпами происходит цифровизация финансового сектора, сектора государственных услуг, торговли. Развитию же передовых технологий в промышленности уделяется не так много внимания [3].

Подобная позиция привела к тому, что несмотря на прорывные отечественные достижения в области цифрового развития наблюдается неравномерность развития отдельных отраслей и регионов, что и будет рассмотрено в настоящей статье.

Цель статьи: анализ территориальных диспропорций цифровизации предприятий индустриального сектора.

Объект исследования: неравномерность цифрового развития участников производственных цепочек добавленной стоимости.

Задачи исследования:

1. Проанализировать разницу в применении искусственного интеллекта региональными предприятиями и объеме используемых высокотехнологичных решений по отраслям промышленности в границах административной единицы.
2. Рассмотреть причины «цифрового отставания» отдельных отраслей и регионов.
3. Выдвинуть предложения по трансформации системы государственной поддержки цифрового развития промышленных предприятий.

Литературный обзор

Цифровая трансформация экономики – одна из наиболее актуальных тем современного научного дискурса. Согласно анализу, проведенному Е.В. Рожковым, «вопросы, связанные с

[1] Ставицкий А. (2024) *Россия вышла в лидеры по применению искусственного интеллекта*. [online] Available at: https://lenta.ru/news/2024/03/13/ai-rus/ [Accessed 14.03.2024]. (in Russian).

процессами цифровизации, изучались как российскими (С.М. Крымов, М.Ю. Витман, Н.С. Ахмадзода), так и иностранными учеными (Н. Амар, Р. Бадентер, М. Клемент-Фонтен, О. Лобел и др.)» [12]. Масштабы и тенденции цифровой трансформации в мировой промышленности оценивались в работах Е.Н. Смирнова и М.Ю. Антроповой [13].

Отечественная практика цифровизации отраслей промышленности с учетом специфических индустриальных особенностей рассматривалась рядом авторов, в том числе И.С. Найденко, Г.И. Яковлевым, Г.Б. Коровиным, О.А. Куликовым и др.[2] [1, 5, 8, 10] Динамика текущей ситуации по отраслям промышленности в России представлена в работе Д.Е. Морковкина [7].

Разработан ряд моделей оценки готовности предприятий к цифровой трансформации, в том числе: исследования Центра цифрового бизнеса MIT и Capgemini Consulting в области цифровой трансформации для предприятий крупного бизнеса; модель цифровой зрелости компании Deloitte; индекс цифровой трансформации, разработанный аналитическим агентством Arthur D. Little; модель оценки цифровых способностей компании KPMG; метод цифрового пианино; индекс зрелости Индустрии 4.0 Acatech на основе исследований, выполненных Национальной академией наук и техники Германии; исследования Российской компании Команда-А (KMDA) [2].

В Российской Федерации на практике применяется методика оценки уровня цифровой зрелости, созданная Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Методика предлагает несколько показателей, ранжированных по уровню экономики: в целом по Российской Федерации – показатель «Достижение „цифровой зрелости“ ключевых отраслей экономики и социальной сферы»; в рамках субъекта Российской Федерации – показатель доли достижения целевого значения базового стандарта цифровой зрелости в процентах; по отдельно взятому предприятию – показатель индекса уровня цифровизации предприятия[3].

Эффективные формы развития цифровых промышленных технологий, в том числе в виде региональных промышленных кластеров, предложены в работах Я.А. Ходовой, А.А. Воронова, Л.В. Палаткиной[4] [11].

Теоретические исследования и результаты практических оценок с использованием разных методов оценки демонстрируют несогласованность реализации цифровых решений предприятиями индустриального сектора с отраслевыми приоритетами, в связи с чем цифровая трансформация отраслей промышленности происходит неравномерно, несистемно.

Внедрение траекторий цифровизации индустриального сектора экономики осложняется разным цифровым уровнем участников производственного взаимодействия, ограничивающим возможность создания сквозных цифровых платформенных систем.

Несмотря на достаточно глубокое исследование затрагиваемой проблемы, вопросы изучения оптимальных путей цифровой трансформации экономики в целом и промышленных предприятий в частности носят достаточно актуальный характер и требуют дальнейшего рассмотрения, особенно в контексте объединения интеллектуально-коммуникационных ресурсов, так как российские промышленные компании в целом отстают от уровня лучших мировых практик цифровизации.

---

[2] Методика расчета показателя «Достижение „цифровой зрелости“ ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления». Утверждена приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 18.11.2020 № 600. [online] Available at: http://np-ss.org/images/2021/02/Prilogenie_08-604_21%202021-02-19.pdf [Accessed 14.09.2024]. (in Russian); Попова М. (2023) *Сетевой задел для роста: как ускорить цифровизацию в реальном секторе*. [online] Available at: https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/644bd2749a7947230c49399c [Accessed 27.02.2024]. (in Russian).

[3] Методика расчета показателя «Достижение „цифровой зрелости“ ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления». Утверждена приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 18.11.2020 № 600. [online] Available at: http://np-ss.org/images/2021/02/Prilogenie_08-604_21%202021-02-19.pdf [Accessed 14.09.2024]. (in Russian).

[4] Палаткина Л.В. (2023) *Основы цифровизации металлургического производства*, Волгоград: Волгоградский государственный технический университет.

Методы и материалы

В основе исследования не лежит самостоятельная авторская методика. Задача авторов заключалась в ранжировании субъектов Российской Федерации по уровню цифровизации отраслей промышленности. С учетом характера статистической информации регионы проранжированы по двум направлениям – применение искусственного интеллекта региональными предприятиями и объем используемых производственных технологий по отраслям промышленности в границах административной единицы. Основой для данного исследования стали материалы сайта Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, а также Федеральной службы государственной статистики.

На указанных сайтах представлены статистические данные по Российской Федерации в целом с возможностью выбора информации по конкретному региону. Уровень цифровизации отраслей промышленности отражен показателем «Используемые передовые производственные технологии».

Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации представил также итоги совместного с АНО «Цифровая экономика» исследования ИИ-зрелости регионов, однако его результаты в данной статье не рассматриваются, так как кроме данных о применении технологий искусственного интеллекта в промышленности исследователи включают в параметры оценки данные об использовании технологий интеллектуальной поддержки принятия решений органами муниципальной и региональной власти, а также в иных социально-экономических сферах, что существенно искажает картину.

Результаты и обсуждение

Создание единого последовательного фреймворка цифровой трансформации предприятий индустриального сектора – от этапа оценки уровня цифровой зрелости предприятия до определения направлений, инструментов и эффектов цифровой трансформации предприятия – можно считать приоритетной задачей каждой отрасли промышленности.

Анализ только базовых показателей, таких как организационные и управленческие возможности предприятия, техническое и энергообеспечение, информационное обеспечение, структура делопроизводства, готовность кадров к работе в условиях технологического роста, показывает, что конструкция модели цифровой экономики в виде взаимосвязанной и взаимозависимой системы, объединяющей внешний и внутренний контур производственной цепочки, на сегодняшний день малодостижима для промышленного производства, так как необходимым цифровым уровнем обладают только те звенья, которые отвечают за информационный контур и не связаны непосредственно с изготовлением конечного продукта.

Проблема очевидна и при разработке архитектуры бизнес-модели предприятия в контексте цифровизации. На первый план выходит вопрос оценки готовности участников цепи к цифровой трансформации, выявления узких мест и выравнивания цифрового уровня.

Часть экспертов в области ИТ-технологий считает, что построение внешнего цифрового контура – это задача правительства, а задача предпринимательских и коммерческих структур – разработка внутреннего контура, обеспечивающего связь с внешней цифровой платформой [17].

Структурные цифровые преобразования требуют значительных инвестиций, и часть предприятий в силу своей специфики не торопится разрабатывать и внедрять информационные технологии. Особенно это касается небольших частных предприятий, которые обращаются к отдельным технологическим аспектам только в вынужденных ситуациях.

Подобные организации значительно отстают от крупных корпораций, и цифровой разрыв со временем усугубляется, что делает невозможным создание сквозных цифровых платформ в отдельных отраслях промышленности. В этом случае, полагаем, необходимо создавать структуру государственной поддержки с целью эффективного построения интеграционных и информационных связей.

Рис. 1. Региональная дифференциация по уровню использования передовых производственных технологий (составлено авторами)

Fig. 1. Regional differentiation by the level of use of advanced production technologies (compiled by the authors)

Анализ территориальных диспропорций цифровизации промышленности позволяет создать целостную картину цифрового уровня в индустриальном секторе и выделить как проблемные территории, так и точки роста, а также определить основные направления государственной поддержки, так как именно рациональное сочетание вопросов выгоды обособленного бизнеса и общенациональных государственных интересов способно обеспечить эффективное развитие экономики [4].

На рис. 1 показано распределение субъектов Российской Федерации по критерию «Используемые передовые производственные технологии» с выделением десятки регионов-лидеров, десятки регионов с показателем, близким к медианному, и десятки регионов-аутсайдеров.

К безусловным лидерам как в области применения промышленными предприятиями передовых производственных технологий, так и в области использования искусственного интеллекта относятся Москва и Санкт-Петербург, что объясняется концентрацией финансовых, управленческих и кадровых ресурсов.

В Санкт-Петербурге, к примеру, сосредоточено 10% от общего количества отечественных компаний, развивающих искусственный интеллект, в то время как в 88% регионов страны отсутствует доступ к данным для его использования, а 9% субъектов в целом не занимаются этим вопросом[5]. С учетом неравноценности исходных данных Москва и Санкт-Петербург вынесены за рамки рейтингов, представленных в настоящей статье.

Как можно видеть, в пространственном аспекте цифровизация промышленности регионов России крайне неоднородна, что объясняется, прежде всего, неравномерностью размещения производительных сил, а также консервативностью некоторых отраслей промышленности.

К регионам-лидерам относятся те субъекты, в которых значительную долю валового регионального продукта (ВРП) занимают обрабатывающая (легкая, пищевая, химическая, металлообрабатывающая) промышленность, электронная промышленность, предприятия точного машиностроения и приборостроения.

[5] Цифровая экономика: как искусственный интеллект преображает регионы (2023) *Цифровая экономика*. [online] Available at: https://d-economy.ru/news/cifrovaja-jevoljucija-kak-iskusstvennyj-intellekt-preobrazhaet-regiony/?ysclid=ltbozxlvss279081951 [Accessed 14.03.2024]. (in Russian).

В регионах с медианным значением преобладают предприятия агропромышленного комплекса, предприятия военно-оборонной промышленности, строительные производства.

В перечень регионов-аутсайдеров ожидаемо входят небольшие по площади субъекты Российской Федерации, характеризующиеся отдаленным расположением и/или сложными природно-климатическими условиями, важнейшей составной частью экономик которых являются сельское хозяйство и в некоторых случаях добывающая промышленность (Чукотский АО).

Авторы отмечают, что половина ведущих промышленных центров страны (на карте отмечены красными точками) расположена в регионах, не относящихся к лидерам применения передовых производственных технологий.

Так, города Новокузнецк, Сургут, Норильск, Омск, Нижневартовск расположены в субъектах, относящихся к участникам исследования с медианным показателем или ниже.

Подобная картина складывается и в области применения технологий искусственного интеллекта. В декабре 2023 года в Москве состоялось вручение первой национальной премии «Лидеры искусственного интеллекта», победителями которой среди регионов стали только девять субъектов Российской Федерации. Частично список победителей совпадает с перечнем регионов-лидеров по уровню использования передовых технологий, частично – нет (табл. 1), но региональная структура ВРП аналогична в обоих случаях.

Таблица 1. Субъекты Российской Федерации, лидирующие в области цифровизации экономики по итогам 2023 года
Table 1. Subjects of the Russian Federation leading in the field of digitalization of the economy by the end of 2023

Регионы-лидеры по уровню использования передовых производственных технологий	Регионы-победители национальной премии «Лидеры искусственного интеллекта»[6]
Московская область	Московская область
Пермский край	Липецкая область
Свердловская область	Сахалинская область
Нижегородская область	Республика Татарстан
Республика Башкортостан	Республика Башкортостан
Челябинская область	Ханты-Мансийский АО – Югра
Самарская область	Тюменская область
Ярославская область	Республика Саха (Якутия)

Если кроме общетерриториального рассмотреть принцип применения технологий искусственного интеллекта в разрезе отраслей и проектов, то подавляющее большинство проектов реализуется в сельском хозяйстве, лесной отрасли, финансовой сфере, создании высокоточной техники, в том числе для нужд здравоохранения, что соответствует областям масштабного применения передовых производственных технологий. Регионы, экономика которых базируется на эксплуатации тяжелых отраслей промышленности, в области использования искусственного интеллекта отстают.

Основная причина отставания состоит в том, что отрасли тяжелой, обрабатывающей и добывающей промышленности требуют более масштабных вложений в цифровую сферу, более длительного времени для запуска процесса, и в целом бизнес-результат в этом случае менее чувствителен

[6] В России определили лидеров искусственного интеллекта (2023) *Регнум*. [online] Available at: https://regnum.ru/news/3849109?ysclid=ltboukrsag367561631 [Accessed 7.03.2024]. (in Russian).

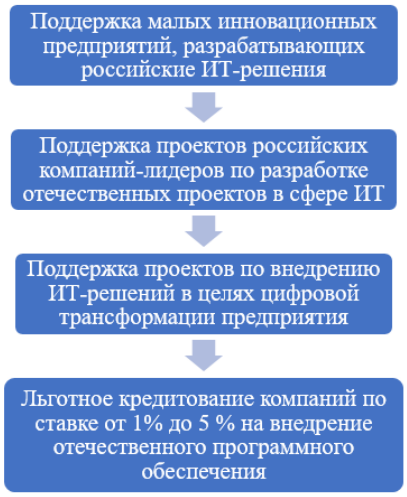


Рис. 2. Поэлементная структура государственной поддержки цифровизации предприятий (составлено авторами по данным, размещенным на официальном сайте Министерства цифрового развития, связи и коммуникации Российской Федерации)
Fig. 2. Element-by-element structure of state support for the digitalization of enterprises (compiled by the authors based on data posted on the official website of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation)

к уровню цифровизации, что снижает заинтересованность собственника [15]. Откликаясь на современные вызовы, предприятия «тяжелой индустрии» принимают амбициозные цифровые стратегии, однако действительно их реализуют единицы [16].

Согласно данным, приведенным на портале Sber Pro (База знаний), искусственный интеллект по итогам 2023 года использует только 20% российских предприятий тяжелого сектора, что втрое меньше мирового показателя, оцифровываются при этом только крупные компании[7]. Уровень цифровой зрелости основных промышленных предприятий повышается очень медленно – за период с 2021 по 2023 год он составил всего 6%[8]. Тем не менее безальтернативность цифровизации очевидна, и это подтверждается рядом успешных проектов и инициатив, реализуемых в промышленном секторе.

Действующая система государственной поддержки выглядит следующим образом (рис. 2).

Очевидно, что существующих мер недостаточно. По данным исследования маркетингового агентства «Динамика», Московской торгово-промышленной палаты (МТПП) и коммуникационного агентства FAVES Communications, главные сложности, с которыми сталкивается малый и средний бизнес на пути к цифровизации, – это недостаток финансирования (у 57% компаний), проблема синхронизации разных сервисов (44%), низкое качество, неоднородность или недостаток данных (42%)[9].

Полагаем, что меры государственной поддержки должны быть расширены в виде безвозмездных субсидий на внедрение отечественного программного обеспечения для малых и средних промышленных предприятий, не имеющих финансовых возможностей для самостоятельного их приобретения, в том числе и за счет кредитных средств. Текущий государственный бюджет, а также проект бюджета до 2026 года включительно предусматривает на цели цифровизации предприятий 6,93 млрд рублей, дальше финансирование не предусмотрено; еще 5 млрд привлекут из

[7] Промышленность в цифре. Как происходила модернизация тяжелых отраслей в 2023-м (2023) *Сбер Про*. [online] Available at: https://sber.pro/digital/publication/promishlennost-v-tsifre-kak-proishodila-modernizatsiya-tyazhyolih-otraslei-v-223-m/ [Accessed 27.02.2024]. (in Russian)

[8] Мягченко О. (2023) *Заводам предписано ускорить цифровизацию за свой счет*. [online] Available at: https://mashnews.ru/zavodam-predpisano-uskorit-czifrovizacziyu-za-svoj-schet.html [Accessed 27.02.2024]. (in Russian)

[9] Кизьякова А. (2024) *Малый бизнес медлит с цифровизацией из-за нехватки денег*. [online] Available at: https://www.dp.ru/a/2024/04/07/malij-biznes-medlit-scifrovizaciej (дата последнего посещения 21.10.2024]. (in Russian).

внебюджетных источников[10]. С точки зрения авторов, такая структура бюджета недостаточна, но оценивать итоги преждевременно.

Кроме того, возможна помощь в виде сопровождения процесса цифровой трансформации предприятий индустриального сектора – от этапа выявления уровня цифровой зрелости предприятия для определения степени цифровизации структурных звеньев в отраслевой производственной цепи добавленной стоимости и до построения индивидуальных траекторий цифровой трансформации предприятий индустриального сектора с учетом индивидуальных и отраслевых особенностей, выявленных по результатам предварительного тестирования, – с целью выравнивания цифрового уровня участников производственного взаимодействия, а также подбора оптимального конструкта сквозной технологической цепочки добавленной стоимости.

Заключение

По итогам исследования авторы делают следующие выводы:

1. Цифровизация индустриального сектора и формирование замкнутых технологических цепочек – ведущая задача современной отечественной экономики, однако достижение указанного целевого ориентира затруднительно в условиях выраженных территориальных диспропорций ее развития.

2. Внедрение передовых производственных технологий на промышленных предприятиях проходит неравномерно, что обусловлено, прежде всего, тем, что небольшие коммерческие предприятия не могут себе позволить вкладывать существенные средства в технологическое и информационное развитие, а для тяжелых отраслей промышленности цифровизация не всегда значимо влияет на улучшение бизнес-результата, что демотивирует собственников.

3. Для сокращения цифрового разрыва и создания единых сквозных платформенных цифровых систем, объединяющих отраслевые бизнес-процессы предприятий индустриального сектора в производственные цепочки добавленной стоимости, необходимо совершенствовать систему государственных стимулов и дотаций, в частности в виде ввода дополнительных субсидий для внедрения отечественного программного обеспечения на предприятиях, не имеющих достаточных средств.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко В., Курбацкий А., Куркова Д. (2024). Цифровизация рыночных взаимодействий российских предприятий. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 39 (4), 534–559. DOI: https://doi.org/10.21638/spbu05.2023.404

2. Гилева Т.А. (2019) Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления. *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика*, 1 (27), 38–52. DOI: https://doi.org/10.17-122/2541-8904-2019-1-27-38-52

3. Доржиева В.В. (2023) Industrial AI: национальные приоритеты и перспективы развития в России в условиях неопределенности. В книге: *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сборник научных статей* (науч. ред. В.В. Акбердина), Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 27–36.

4. Белясов И.С. (2018) Исследование возможностей эффективной реализации принципов управления хозяйственными образованиями в промышленности сквозь призму технологий цифровой экономики. *Журнал исследований по управлению*, 4 (11).

5. Коровин Г.Б. (2020) Сетевые структуры в промышленности региона. *Экономика региона*, 16 (4), 1132–1146. DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-9

[10] Мягченко О. (2023) *Заводам предписано ускорить цифровизацию за свой счет*. [online] Available at: https://mashnews.ru/zavodam-predpisano-uskorit-czifrovizacziyu-za-svoj-schet.html [Accessed 27.02.2024]. (in Russian)

6. Куликов О.А. (2020) Концепция «Индустрия 4.0» как основа реиндустриализации промышленного сектора. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*, 20 (1) 22–28. DOI: https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-22-28

7. Морковкин Д.Е. (2024) Цифровая трансформация обрабатывающей промышленности России как фактор обеспечения технологического суверенитета. *Вестник евразийской науки*, 16 (s3), art. no. 41FAVN324.

8. Найденко И.С., Йоенко Т.Р. (2021) Направления совершенствования процесса управления промышленным предприятием в условиях цифровизации. *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*, 1 (82), 64–72. DOI: https://doi.org/10.37493/2307-907X.2021.1.9

9. Пономарева А.О. (2023) Цифровая трансформация промышленности: механизмы реализации и инструменты промышленной политики в новых геополитических условиях. В книге: *Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии: сборник научных статей* (науч. ред. В.В. Акбердина), Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 90–102.

10. Волкодавова Е.В., Жабин А.П., Яковлев Г.И., Хансевяров Р.И. (2019) Приоритеты производственной предпринимательской деятельности в условиях цифровой экономики. *Актуальные проблемы экономики и менеджмента*, 2 (22), 24–32.

11. Ходова Я.А., Нагоева З.В., Воронов А.А., Бондарева Я.Ю. (2024) Развитие цифровизации бизнес-технологий и процессов в региональной и отраслевой экономике. *Московский экономический журнал*, 9 (2), 674–685. DOI: https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_9_2_106

12. Рожков Е.В. (2022) Промышленные предприятия в условиях цифровых трансформаций (на примере Пермского края). *Вестник Южно-Российского государственного технического университета* (*НПИ*). *Серия: Социально-экономические науки*, 15 (5), 187–197. DOI: https://doi.org/10.17213/2075-2067-2022-5-187-197

13. Смирнов Е.Н., Антропова М.Ю. (2022) Масштабы и тенденции цифровой трансформации мировой промышленности. *Вестник университета*, 5, 53–60. DOI: https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-5-53-60

14. Тищенко И.А. (2022) Цифровая экономика как контур исследования цифровой трансформации экономики. *Экономические и гуманитарные науки*, 3, 3–15. DOI: https://doi.org/10.33979/2073-7424-2022-362-3-3-15

15. Трапезникова И.С. (2020). О некоторых аспектах цифровизации угольной промышленности. *Цифровая экономика и финансы*, 318–322.

16. Трапезникова И.С., Целихина И.В. (2024) Проблемы устойчивого цифрового развития предприятий угольной промышленности. *Финансовый менеджмент*, 7, 307–314.

17. Турчанинова Т.В., Храпов В.Е. (2022) *Цифровая трансформация частных судоремонтных предприятий Мурманской области: проблемы и перспективы*, монография. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН.

REFERENCES

1. Gerasimenko V., Kurbatskii A., Kurkova D. (2024) Digitalization of market interactions of Russian enterprises. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 39 (4), 534–559. DOI: https://doi.org/10.21638/spbu05.2023.404

2. Gileva T.A. (2019) Digital maturity of the enterprise: Methods of assessment and management. *Bulletin USPTU. Science, education, economy. Series economy*, 1 (27), 38–52. DOI: https://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-1-27-38-52

3. Dorzhieva V.V. (2023) Industrial AI: natsional'nye prioritety i perspektivy razvitiia v Rossii v usloviiakh neopredelennosti [Industrial AI: National priorities and development prospects in Russia in conditions of uncertainty]. In: *Tsifrovaia transformatsiia promyshlennosti: tendentsii, upravlenie, strategii: sbornik nauchnykh statei* [*Digital Transformation of Industry: Trends, Management, Strategies: A Collection of Scientific Articles*] (ed. V.V. Akberdina), Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 27–36.

4. Belasov I.S. (2018) Study of the possibilities of effective implementation of the principles of management of economic entities in the industry through the prism of digital economy technologies. *Journal of Management Studies*, 4 (11).

5. Korovin G.B. (2020) Network Structures in the Regional Industry. *Economy of region*, 16 (4), 1132–1146. DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-9

6. Kulikov O.A. (2020) The Concept of "Industry 4.0" as the Basis for the Industrial Sector Reindustrialization. *Izvestiya of Saratov University, Series: Economics. Management. Law*, 20 (1), 22–28. DOI: https://doi.org/ 10.18500/1994-2540-2020-20-1-22-28

7. Morkovkin D.E. (2024) Digital transformation of the Russian manufacturing industry as a factor in ensuring technological sovereignty. *The Eurasian Scientific Journal*, 16 (s3), art. no. 41FAVN324.

8. Naydenko I., Yoienko T. (2021) Directions for improving the enterprise management process in the context of digitalization. *Newsletter of North-Caucasus Federal University*, 1 (82), 64–72. DOI: https://doi.org/10.37493/2307-907X.2021.1.9

9. Ponomareva A.O. (2023) Tsifrovaia transformatsiia promyshlennosti: mekhanizmy realizatsii i instrumenty promyshlennoi politiki v novykh geopoliticheskikh usloviiakh [Digital transformation of industry: implementation mechanisms and instruments of industrial policy in new geopolitical conditions]. In: *Tsifrovaia transformatsiia promyshlennosti: tendentsii, upravlenie, strategii: sbornik nauchnykh statei* [*Digital Transformation of Industry: Trends, Management, Strategies: A Collection of Scientific Articles*] (ed. V.V. Akberdina), Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 27–36.

10. Volkodavova E.V., Zhabin A.P., Yakovlev G.I., Khansevyarov R.I. (2019) Priorities of industrial business activities in the conditions of the digital economy. *Actual Problems of Economics and Management*, 2 (22), 24–32.

11. Khodova Y.A., Nagoeva Z.V., Voronov A.A., Bondareva Y.Y. (2024) Development of digitalization of business technologies and processes in the regional and sectoral economy. *Moscow Economic Journal*, 9 (2), 674–685. DOI: https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_9_2_106

12. Rozhkov E.V. (2022) Industrial enterprises in the conditions of digital transformations (on the example of the Perm region). *Bulletin of the South-Russian State Technical University* (*NPI*). *Series: Socio-Economic Sciences*, 15 (5), 187–197. DOI: https://doi.org/10.17213/2075-2067-2022-5-187-197

13. Smirnov E.N., Antropova M.Yu. (2022) Scope and trends of the digital transformation in the world industry. *Vestnik universiteta*, 5, 53–60. DOI: https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-5-53-60

14. Tishchenko I.A. (2022) Digital economy as a research contour of the digital transformation of the economy. *Economic Sciences and Humanities*, 3, 3–15. DOI: https://doi.org/10.33979/2073-7424-2022-362-3-3-15

15. Trapeznikova I.S. (2020). O nekotorykh aspektakh tsifrovizatsii ugol'noi promyshlennosti [On some aspects of digitalization of the coal industry]. *Tsifrovaia ekonomika i finansy* [*Digital Economy and Finance*], 318–322.

16. Trapeznikova I.S., Tschelihina I.V. (2024) Challenges of sustainable digital development coal industry enterprises. *Financial Management*, 7, 307–314.

17. Turchaninova T.V., Khrapov V.E. (2022) *Tsifrovaia transformatsiia chastnykh sudoremontnykh predpriiatii Murmanskoi oblasti: problemy i perspektivy* [*Digital transformation of private ship repair enterprises of the Murmansk region: problems and prospects*], monograph. Apatity: FITS KNTS RAN.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ТРАПЕЗНИКОВА Ирина Сергеевна
E-mail: trapeznikova_1976@mail.ru
Irina S. TRAPEZNIKOVA
E-mail: trapeznikova_1976@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2244-8370

ТРАПЕЗНИКОВА Жанна Евгеньевна
E-mail: miss.janna2003@mail.ru
Zhanna E. TRAPEZNIKOVA
E-mail: miss.janna2003@mail.ru

Поступила: 16.09.2024; Одобрена: 22.10.2024; Принята: 22.10.2024.
Submitted: 16.09.2024; Approved: 22.10.2024; Accepted: 22.10.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 99–114.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 99–114.

Научная статья
УДК 65.011.56
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17506

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ, ОЦЕНКА, ВОЗМОЖНОСТИ

Ю.В. Корокошко ✉

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Российская Федерация

✉ ulya_korokoshko@mail.ru

Аннотация. В условиях высокого динамизма изменений, обусловленных переходом к «Индустрии 4.0» и цифровой экономике, российские предприятия должны обладать актуальной информацией об имеющемся у них потенциале развития и реальных возможностях, чтобы своевременно адаптироваться к настоящим условиям. Данная проблема особенно актуальна для представителей регионального бизнес-сообщества, многие из которых еще не осознали масштабов и глубины необходимых преобразований. Они остаются неподготовленными к начавшейся промышленной революции и цифровизации экономики, что, безусловно, служит предпосылкой потенциальных угроз, рисков неконкурентоспособности и даже потери бизнеса. Актуализирует тему исследования и принятый курс нашей страны на формирование технологического суверенитета, импортозамещение и цифровизацию всех отечественных отраслей экономики. В связи с этим важно своевременно и объективно оценить возможности и угрозы цифровой трансформации российских предприятий и принять соответствующие адекватные меры для обеспечения их стабильного устойчивого развития. Целью исследования является оценка осознания, восприятия и готовности региональных предприятий к цифровой трансформации, проведенная на основе методов маркетинговых исследований, сравнительного и экспертного анализа. Исследование позволило получить следующие результаты: изучить теоретические положения, раскрывающие сущность и содержание цифровизации и цифровой трансформации; провести оценку восприятия и готовности региональных предприятий к цифровой трансформации; выявить практические результаты реализации цифровых возможностей региональных предприятий; определить наиболее перспективные направления применения возможностей цифровизации бизнес-процессов в работе отечественных предприятий. Результаты исследования демонстрируют актуальную ситуацию, характерную для субъектов Российской Федерации (на примере Республики Мордовия), с позиции цифровизации регионального бизнеса и могут служить индикатором оценки готовности его реального состояния к необходимой цифровизации бизнес-процессов. Полученные результаты свидетельствуют об обязательной необходимости систематически изучать динамично изменяющийся уровень готовности региональных предприятий адаптироваться к цифровизации, а также выявлять факторы, препятствующие цифровой трансформации современных компаний.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровизация, бизнес-процессы, информационные технологии, предприятие, региональный бизнес

Для цитирования: Корокошко Ю.В. (2024) Цифровая трансформация региональных предприятий: исследование, оценка, возможности. π-Economy, 17 (5), 99–114. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17506

© Корокошко Ю.В., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17506

DIGITAL TRANSFORMATION OF REGIONAL ENTERPRISES: RESEARCH, ASSESSMENT, OPPORTUNITIES

Yu.V. Korokoshko ✉

National Research Mordovia State University,
Saransk, Russian Federation

✉ ulya_korokoshko@mail.ru

Abstract. In the context of highly dynamic changes caused by the transition to Industry 4.0 and the digital economy, Russian enterprises must have up-to-date information about their development potential and real opportunities in order to adapt to the current conditions in a timely manner. This problem is especially relevant for representatives of the regional business community, many of whom have not yet realized the scale and depth of the necessary transformations. They remain unprepared for the onset of the industrial revolution and digitalization of the economy, which, of course, serves as a prerequisite for potential threats and risks of uncompetitiveness and even loss of business. The adopted course of our country on the formation of technological sovereignty, import substitution and digitalization of all domestic sectors of the Russian economy actualizes the topic of the study. In this regard, it is important to timely and objectively assess the opportunities and threats of digital transformation of Russian enterprises and take appropriate adequate measures to ensure their stable and sustainable development. The purpose of the study is to assess the awareness, perception and readiness of regional enterprises for digital transformation, conducted on the basis of marketing research methods, comparative and expert analysis. The study allowed us to obtain the following results: to study theoretical provisions that reveal the essence and content of digitalization and digital transformation; to assess the perception and readiness of regional enterprises for digital transformation; to identify practical results of the implementation of digital capabilities of regional enterprises; to identify the most promising areas of application of the possibilities of digitalization of business processes in the work of domestic enterprises. The results of the study demonstrate the current situation typical for the subjects of the Russian Federation (on the example of the Republic of Mordovia) from the perspective of digitalization of regional business and can serve as an indicator of assessing the readiness of its real state for the necessary digitalization of business processes. The results obtained indicate the mandatory need to systematically study the dynamically changing level of readiness of regional enterprises to adapt to digitalization, as well as to identify the factors hindering the digital transformation of modern companies.

Keywords: Industry 4.0, digital economy, digital transformation, digitalization, business processes, information technology, enterprise, regional business

Citation: Korokoshko Yu.V. (2024) Digital transformation of regional enterprises: research, assessment, opportunities. π-Economy, 17 (5), 99–114. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17506

Введение

Актуальность

Цифровая трансформация экономики является одной из главных целей развития Российской Федерации до 2036 г.[1] Для ее достижения была поставлена задача разработки национальной программы развития цифровой экономики РФ до 2024 г. и функционирует система управления реализацией программы «Цифровая экономика Российской Федерации», в рамках которой предусмотрено решение задач в следующих основных направлениях[2]: информационная инфраструктура

[1] «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309. *Президент России*. [online] Available at: http://kremlin.ru/events/president/news/73986 [Accessed 02.09.2024]. (in Russian).

[2] «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Постановление Правительства РФ от 2 марта 2019 г. № 234. *Официальное опубликование правовых актов*. [online] Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201903070015 [Accessed 02.09.2024]. (in Russian).

© Korokoshko Yu.V., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

и безопасность, нормативное регулирование и кадровое обеспечение цифровой среды, цифровое государственное управление, цифровые технологии и искусственный интеллект для цифровой экономики. Ключевой задачей цифровой экономики РФ является формирование новой технологической основы информационного пространства социальной и экономической сферы с помощью данных в цифровой форме, способствующих развитию информационной инфраструктуры РФ, созданию и применению российских информационных технологий (ИТ) с целью удовлетворения потребностей граждан и общества в получении качественной и достоверной информации. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» призвана содействовать согласованному развитию цифровой экономики на территории нашей страны.

Литературный обзор

Анализ состояния научного знания по проблеме цифровой трансформации современных компаний свидетельствует о динамичности взглядов в сфере цифровизации бизнеса и о возможной скорой смене приоритетов в ИТ-индустрии как в мировом, так и в национальном масштабе. Гуру в исследовании сущности происходящей четвертой промышленной революции К. Шваб констатирует, что она опирается на концепцию «Индустрия 4.0», цифровую революцию и ее основные черты – Интернет, миниатюрные производственные устройства, искусственный интеллект и обучающиеся машины [1]. Известный российский ученый в области цифровой экономики профессор А.В. Бабкин с коллегами широко исследуют процессы цифровизации и цифровой трансформации предприятий в РФ, их сущность, особенности, проблемы развития, а также прогнозируют динамичное развитие концепции «Индустрия 5.0» и киберсоциальных экосистем [2–4]. Специалист в области управленческого консультирования А.И. Пригожин выявляет условие соответствия неизбежному технологическому прогрессу, заключающееся в управляемости им, способности направлять его и корректировать субъектными целями, заложенными в ценностях, большие возможности которых открываются только при их достижении [5]. При этом классики маркетинга Ф. Котлер и К.Л. Келлер отмечают, что предсказать технологические прорывы практически невозможно, поэтому компании должны постоянно отслеживать технологические тенденции (темпы изменений, возможности для инноваций, увеличение бюджета исследований и разработок, ужесточение контроля развития технологий со стороны государства) [6]. Исследование ряда работ по анализу тенденций и технологий управления инновационным развитием современных компаний показывает, что эффективность информационных технологий растет с каждым годом, а переходные процессы к ним еще далеки до завершения [7]. Поэтому все предприятия и организации должны стать активными участниками решения поставленных задач.

Однако, как свидетельствует реальная практика, степень осознания необходимости цифровизации экономики и готовности к соответствующим преобразованиям бизнеса, а также к решению социальных задач в условиях новой технологической революции у многих субъектов российского бизнеса находятся на разном уровне. Это подтверждает ряд исследований, посвященных проблемам цифровизации экономики непосредственно в региональном масштабе [8–11]. При этом предприятия регионального масштаба могут быть представлены различными предприятиями, функционирующими на территории определенного региона или входящими в структуру предприятий регионального бизнеса.

В связи с этим проблемы исследования возможностей цифровизации, оценки готовности региональных предприятий к цифровой трансформации являются актуальными как в целом для РФ, так и для ее регионов.

Однако региональные предприятия еще только начинают адаптироваться к происходящим изменениям цифровизации российской экономики и продолжают осуществлять свою деятельность на основе традиционно устоявшихся классических инструментов управления. Многие региональные компании задерживаются с адаптацией к необходимой цифровой трансформации. Информации о том, каким именно образом цифровые технологии «Индустрии 4.0.»

могут быть применены в конкретных сферах деятельности и на базе отдельных предприятий, до сих пор недостаточно для принятия кардинальных и стратегически важных решений по цифровой трансформации бизнеса. Многие компании регионального масштаба не решаются полноценно адаптироваться к цифровизации и ограничиваются минимальным набором решений по цифровизации отдельных бизнес-процессов. Менеджмент региональных предприятий еще недостаточно осознает, какими именно цифровыми инструментами с внедрением новейших ИТ их деятельность и организация бизнес-процессов могут быть трансформированы. Непосредственно оценке осознания, восприятия и готовности предприятий к цифровой трансформации и исследованию осведомленности о специфических особенностях цифровизации бизнес-процессов компаний посвящено недостаточное количество научных разработок. Все это свидетельствует об актуальности и необходимости проведения систематических исследований как восприятия и оценки готовности к цифровизации, так и возможностей в цифровой трансформации бизнеса современных предприятий.

Цель исследования

Цель исследования – осуществить оценку восприятия и готовности региональных предприятий к цифровой трансформации, определить оптимальные направления цифровизации бизнес-процессов и выявить новые информационно-технические возможности современных компаний. В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи:

– изучить теоретические положения, раскрывающие сущность и содержание цифровизации и цифровой трансформации;

– оценить восприятие и готовность региональных предприятий к цифровой трансформации;

– получить практические результаты реализации цифровых возможностей региональных компаний;

– определить наиболее перспективные направления применения возможностей цифровизации бизнес-процессов в работе российских предприятий.

Методы и материалы

Исследование основано на применении методов маркетинговых исследований, системного подхода к определению влияния условий цифровизации на деятельность региональных предприятий, а также на использовании методов сравнительного и стратегического анализа, статистических методов, анализа экспертных оценок. Исходными материалами для исследования выступили данные экспертного опроса, статистических сборников, а также документы стратегического планирования развития Республики Мордовия (РМ) и РФ, теоретические и эмпирические работы, исследующие процессы цифровизации современной экономики. Объектом и экспериментальной базой исследования являлся региональный сектор ключевых предприятий, функционирующих на территории РМ в различных отраслях экономики, рассмотренный с позиции вызовов цифровизации и цифровой трансформации. В исследовании приняли участие представители более 40 предприятий различных сфер деятельности и типов организации бизнеса. В качестве объектов исследования для оценки готовности региональных компаний к цифровой трансформации послужили крупные и средние предприятия промышленности и развивающиеся быстрыми темпами организации сферы услуг.

Результаты и обсуждение

Происходящая цифровизация экономики побуждает как промышленные предприятия, так и организации сферы деловых услуг осуществлять автоматизацию бизнес-процессов и проводить цифровую трансформацию бизнеса. Современная ситуация использования ИТ региональными предприятиями в целом соответствует общероссийским тенденциям. Однако в силу высокой динамичности процессов цифровизации требуются систематическое информационное обновление

и проведение исследования осознания и восприятия предприятиями необходимости осуществления цифровой трансформации бизнеса, а также проведение сравнительного анализа оценки готовности компаний в регионах РФ к данному процессу. Поскольку своевременное выявление факторов, определяющих адаптацию к цифровой трансформации предприятий, может позволить вовремя указать на необходимость корректировки внутренних подходов региональных компаний и не допустить необратимых ошибок на национальном уровне развития экономики.

В качестве объекта исследования была выбрана РМ и ведущие предприятия регионального бизнеса. За последние несколько лет общая динамика социально-экономического развития РМ характеризовалась позитивными тенденциями как в промышленном секторе, так и на рынке потребительских услуг, что отражает стабильную инвестиционную активность в экономике. По данным Корпорации развития РМ, республика обладает максимальным рангом в рейтинге социально-политической устойчивости российских регионов[3]. Она сохраняет высокие позиции лидерства в сфере инновационной активности наряду с Москвой, Санкт-Петербургом, Республикой Татарстан, Чувашской Республикой, Томской и Нижегородской областями. На эти семь регионов РФ приходится свыше 40% общего объема инвестиций в инновации и более трети (35%) объема произведенной в РФ инновационной продукции [12]. РМ характеризует и современная информационно-телекоммуникационная инфраструктура, формирующая существенный потенциал для цифрового развития предприятий региона. В 2019 г. была утверждена государственная программа «Цифровая трансформация Республики Мордовия»[4], целью которой являлось обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере РМ для развития и повышения качества жизни, обеспечения конкурентоспособности региона, совершенствования системы принятия государственных управленческих решений. По данным отчета о ходе реализации и оценке эффективности государственной программы «Экономическое развитие Республики Мордовия»[5], в рамках реализации мероприятий «Развитие конкуренции в Республике Мордовия» в контексте работ по обеспечению выполнения «Стандарта развития конкуренции в субъектах Российской Федерации», были определены подходы к проведению мониторингов, обозначенных в «Стандарте», непосредственно в сфере развития и внедрения передовых производственных технологий, а также процесса цифровизации экономики и формирования ее новых рынков и секторов.

В связи с этим уровень проникновения ИТ в организации РМ будет непрерывно повышаться, что определяет необходимость исследования осознания и восприятия предприятиями происходящей цифровизации, оценки готовности региональных компаний к цифровой трансформации.

Проведенное исследование, направленное на определение готовности региональных предприятий к цифровой трансформации бизнеса, позволило на основе сравнительного и экспертного анализа полученных данных выявить степень осознания, восприятия необходимости процессов цифровизации региональных предприятий, основные направления автоматизации бизнес-процессов, а также уровень применения ИТ в работе предприятий РМ.

Большинство опрошенных организаций относилось к категории крупных предприятий РМ (41%). Анализ типа организации бизнеса предприятий-респондентов показал, что наибольшую долю занимают в РМ производственные предприятия (45,2%) и организации сферы услуг (33,3%). Среди производственных предприятий к сфере промышленности и обрабатывающих

[3] Преимущества инвестирования в Республику Мордовия. *Инвестиционный портал Республики Мордовия*. [online] Available at: https://www.investrm.ru/investors/benefits/index.php/ [Accessed 15.06.2024]. (in Russian).

[4] Постановление правительства Республики Мордовия «Об утверждении государственной программы Республики Мордовия «Цифровая трансформация Республики Мордовия» 15.10.2019 г. № 404. *Официальный портал органов государственной власти Республики Мордовия*. [online] Available at: https://www.e-mordovia.ru/otkrytye-dannye/tselevye-programmy/ministerstvo-informatizatsii-i-svyazi-rm/ [Accessed 02.09.2024]. (in Russian).

[5] Годовой отчет о ходе реализации и оценке эффективности государственной программы «Экономическое развитие Республики Мордовия до 2024 года». *Министерство экономики, торговли и предпринимательства Республики Мордовия*. [online] Available at: http://mineco.e-mordovia.ru/target-programs/annual-report-on-the-progress-of-implementation-and-evaluating-the-effectiveness-of-the-state-progra/index.php [Accessed 12.06.2024]. (in Russian).

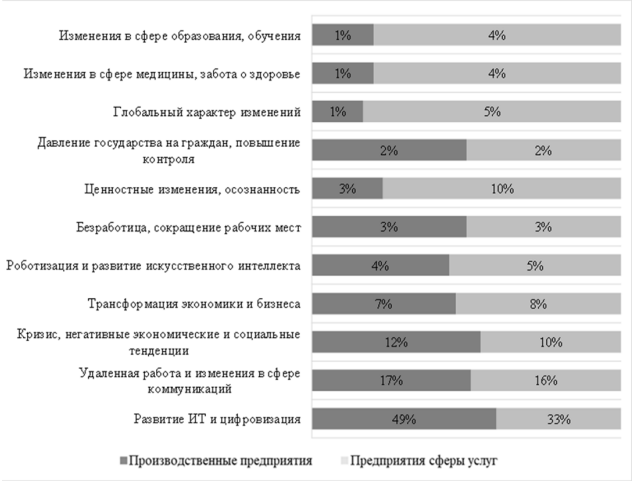


Рис. 1. Уровень осознания необходимости изменений
в мире предприятиями-респондентами в процессе цифровизации экономики
Fig. 1. Level of awareness of the need for changes in the world by respondent enterprises in the process of digitalization of the economy
Источник: Составлено автором

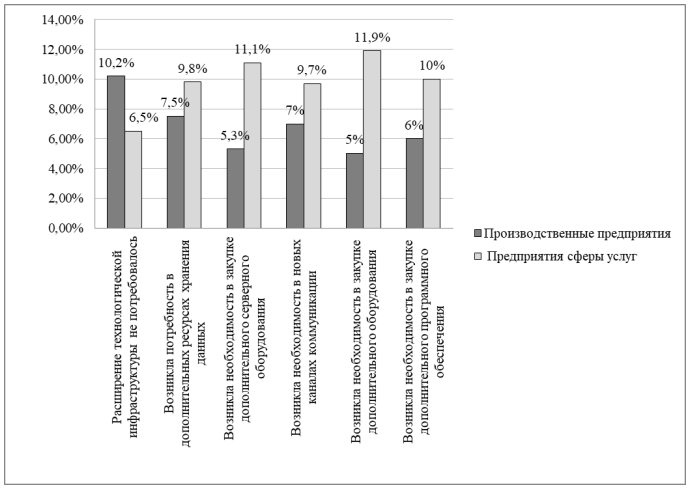


Рис. 2. Оценка потребности в изменениях на предприятиях-респондентах в условиях цифровизации экономики
Fig. 2. Assessment of the need for changes at respondent enterprises in the conditions of digitalization of the economy
Источник: Составлено автором

производств относятся 25,8%, предприятий, занятых торговлей, – 11,8%, в области информации и связи – 8,6%.

Прежде всего было выявлено мнение представителей предприятий о оценке восприятия реальной экономической ситуации. Преимущественное большинство как производственных, так и сервисных предприятий (49% и 33% соответственно) подтвердило осознание важнейшего мирового изменения – цифровизации и развития сферы ИТ (рис. 1).

В процессе проведенного исследования на региональных предприятиях были получены данные, также свидетельствующие о положительном восприятии процессов цифровой трансформации (рис. 2).

Большинство предприятий промышленного сектора отметило, что расширение технологической инфраструктуры до сих пор не потребовалось (10,2%), в то время как для 11,9%

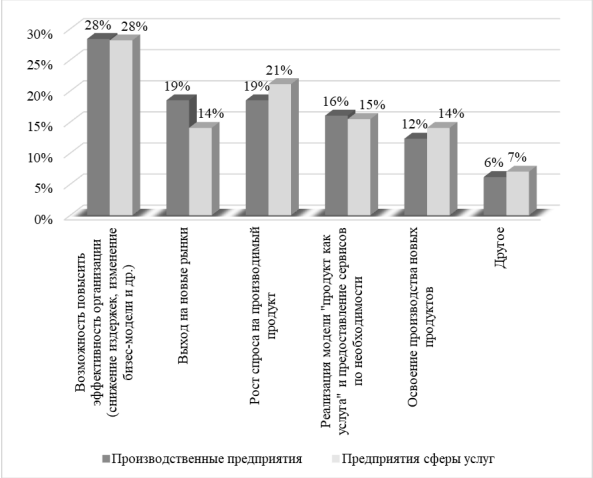


Рис. 3. Результаты оценки новых возможностей,
открывающихся в цифровизации бизнесс-процессов региональных компаний-респондентов
Fig. 3. Results of the assessment of new opportunities
opening up in the digitalization of business processes of regional respondent enterprises
Источник: Составлено автором

предприятий сферы услуг возникла необходимость в закупке дополнительного оборудования. Это свидетельствует о том, что в региональной промышленности сформирован достаточно высокой потенциал технологической инфраструктуры, в отличие от сферы услуг.

Результаты проведенной оценки возможностей, открывающихся для региональных компаний в процессе цифровизации их деятельности, отражены на рис. 3.

Согласно данным рис. 3, в производственной сфере и сфере услуг 28% региональных организаций выделяют повышение эффективности их деятельности как открывающуюся возможность благодаря цифровизации бизнеса. Исследование показало, что возможность в условиях цифровизации освоения новых продуктов вызывает большой интерес у предприятий сферы услуг (14%). Это обусловлено ростом разнообразия потребностей клиентов в различных услугах, особенно в недавней ситуации карантина, вызванного COVID-19.

Исследуя факторы, способствующие цифровой трансформации деятельности региональных предприятий, можно сделать вывод, что для 22% производственных предприятий фактором цифровой трансформации является создание цифровых платформ, экосистем, баз данных, в то время как в сфере услуг данный стимул имеет место у 20% предприятий. Поэтому для производственных предприятий и сервисных организаций важно путем создания баз данных налаживать отношения с клиентами, уделять внимание поиску возможностей финансирования бизнеса.

Проведенное исследование показало, что цифровая трансформация региональных предприятий может сталкиваться и с препятствиями. Основным препятствием как для производственных предприятий, так и для предприятий сферы услуг является недостаток финансирования (38% и 30% соответственно). Вторым по важности препятствием является отсутствие квалифицированных кадров (30,1% и 25% соответственно). Практически одинаково влияют на производственные предприятия и предприятия сферы услуг отсутствие данных об эффективности цифровизации (26,3% и 22,25% соответственно), неготовность контрагентов к переходу на новые модели взаимодействия (22% и 19,6% соответственно), а также отсутствие рыночных стимулов (20% и 17% соответственно). Меньшее влияние оказывают неразвитая инфраструктура (15,1% и 13% соответственно), непонимание сущности цифровизации (10,8% и 8,5% соответственно) и недостаток квалифицированных внешних консультантов (10,8% и 8,3%

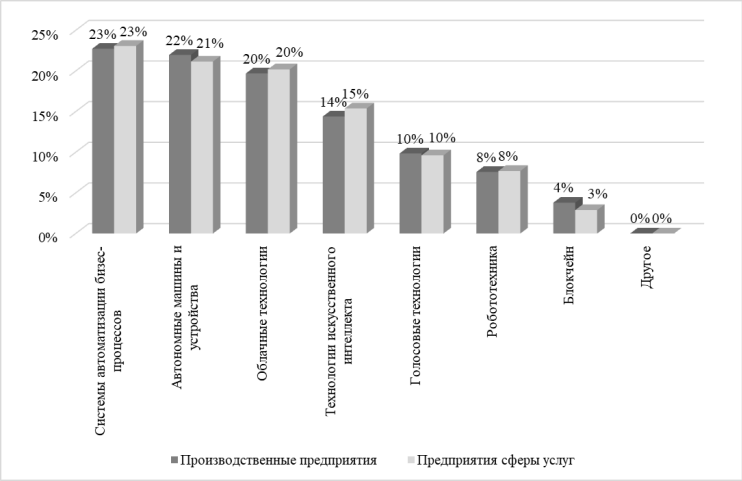


Рис. 4. Мнение предприятий-респондентов о наиболее актуальных для сферы их деятельности цифровых технологиях
Fig. 4. Opinion of respondent enterprises on the most relevant digital technologies for their field of activity
Источник: Составлено автором

соответственно). Проведенный анализ показал, что организации РМ демонстрируют понимание проблем цифровой трансформации. Они осознают необходимость преобразований бизнес-процессов и поведения на рынке.

После анализа уровня прогнозируемой востребованности различных инструментов цифровизации, по мнению компаний-респондентов РМ, как промышленных предприятий, так и предприятий сферы услуг, в ближайшей перспективе будут востребованы следующие ИТ: «Корпоративные мобильные приложения» (17% и 18% соответственно), «Системы управления логистикой» (по 16%), «Виртуальная инфраструктура» (по 14%). Приведенные данные свидетельствуют том, что несмотря на то, что данные ИТ до сих пор недостаточно используются на предприятиях, региональные компании осознают их важность и необходимость применения в ближайшем будущем. При этом предприятиями-респондентами были отмечены наиболее приоритетные для них цифровые ИТ (рис. 4).

Согласно полученным результатам, как в производственной сфере, так и в сфере услуг наиболее актуальными цифровыми технологиями являются системы автоматизации бизнес-процессов, автономные машины и устройства, облачные технологии и технологии искусственного интеллекта. Менее популярны такие цифровые технологии, как голосовые, робототехника и блокчейн. Полученные результаты можно объяснить тем, что внедрение цифровых технологий важно, прежде всего, для улучшения управления в организации рабочих процессов и их эксплуатации. Использование новейших технологий в первую очередь увеличивает скорость обработки данных и качество предоставляемой информации. Поэтому и производственные предприятия, и предприятия сферы услуг акцентируют внимание на необходимости использования новейших технологий, обеспечивающих автоматизацию бизнес-процессов.

С исследованием вопросов, касающихся автоматизированных в настоящее время бизнес-процессов на предприятиях РМ, были получены следующие данные (рис. 5).

По данным рисунка видно, что преимущественно автоматизированными бизнес-процессами исследуемых предприятий являются «Документооборот», что отмечают как производственные, так и сервисные предприятия (23% и 25% соответственно), «Управление взаимоотношениями с клиентами и CRM» (21% у предприятий сферы услуг) и «Бухгалтерский учет» (20% у производственных компаний). Автоматизация процессов прогнозирования, складирования и управленческого учета на предприятиях РМ до сих пор наименее применяется. При этом именно автоматизация

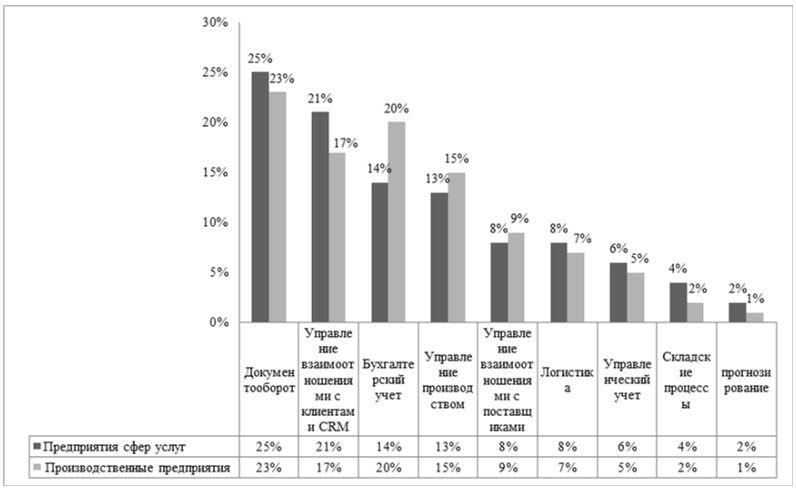


Рис. 5. Уровень автоматизации бизнес-процессов предприятий-респондентов Республики Мордовия
Fig. 5. Level of automation of business processes of respondent enterprises of the Republic of Mordovia
Источник: Составлено автором

отдельных бизнес-процессов способствует ускорению цифровизации бизнеса и позволяет снизить издержки внедрения интеллектуальных ИТ.

Уровень использования цифровых инструментов ИТ характеризуют следующие данные предприятий-респондентов РМ. На производственных предприятиях и в организациях сферы услуг наиболее часто используются такие традиционные инструменты ИТ, как электронная почта (30% и 22% соответственно) и инструменты онлайн-коммуникаций (19% и 21% соответственно), слабо задействованными остаются современные инструменты учета рабочего времени сотрудников (8% и 10% соответственно), видео-конференции (5% и 6% соответственно), файловые хостинги (3% и 2% соответственно), виртуальная инфраструктура (3% и 2% соответственно) и др. Однако именно передовые цифровые инструменты ИТ, которые также непрерывно модернизируются, могут позволить сделать рабочий процесс предприятий более удобным и оперативным, а также обеспечить получение более высоких финансовых результатов.

Результаты оценки степени удовлетворенности региональных компаний происходящей цифровизацией и использованием ИТ в их деятельности свидетельствуют об идентичности во мнении по относительно высокой удовлетворенности как промышленных, так и сервисных компаний (33% и 32% соответственно) (рис. 6).

Оценка изменений эффективности работы, связанных с цифровизацией и увеличением использования ИТ в исследуемых региональных организациях, представлена на рис. 7.

По оценкам предприятий-респондентов сферы производства, их эффективность повысилась незначительно, в то время как в сфере услуг, наоборот, значительно понизилась (по 13% соответственно). Данная ситуация обусловлена неготовностью компаний сферы услуг к стремительной цифровизации бизнеса, особенно вызванной форс-мажорной необходимостью перехода на удаленный режим работы в связи с пандемией COVID-19. При этом динамика развития ИТ требует осуществления цифровой модернизации производственных мощностей даже в технически оснащенных компаниях.

Проведенное исследование показывает, что практически на всех предприятиях РМ произошли изменения, вызванные цифровизацией экономики и автоматизацией бизнес-процессов. Несмотря на ряд выявленных трудностей в цифровой трансформации предприятий, процесс адаптации происходит достаточно гармонично, региональные компании осознают, что именно благодаря внедрению новых ИТ модернизированы многие организационные операции, а бизнес-процессы

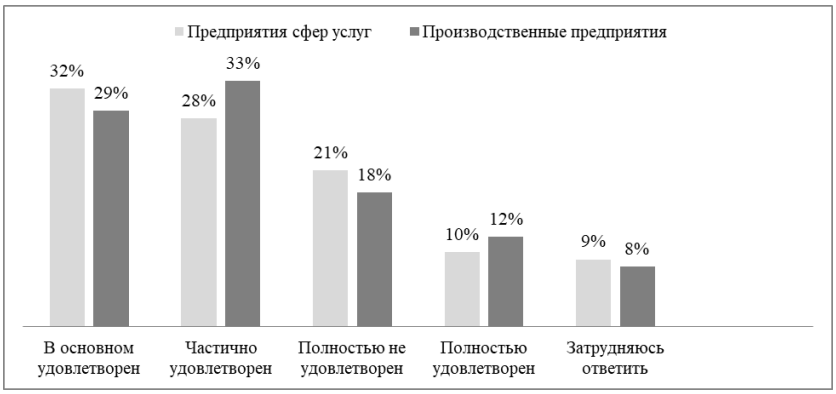


Рис. 6. Оценка степени удовлетворенности использованием ИТ и цифровизацией бизнес-процессов региональных компаний
Fig. 6. Assessment of the degree of satisfaction with the use of IT and digitalization of business processes of regional companies
Источник: Составлено автором

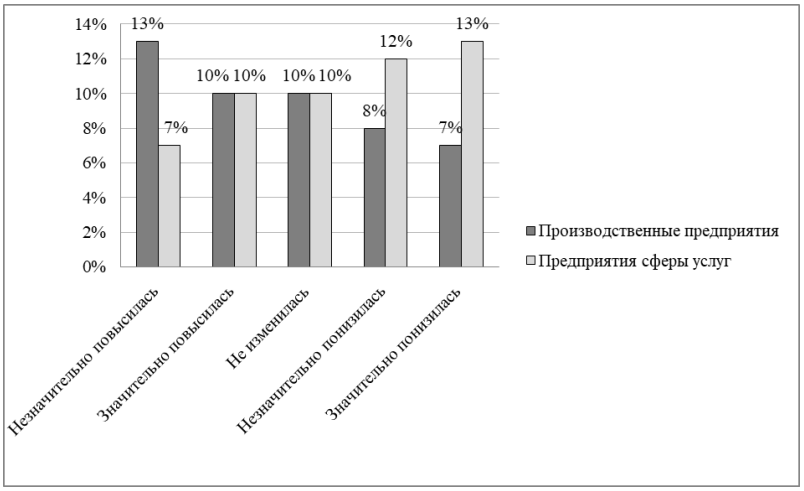


Рис. 7. Сравнительная оценка изменений в эффективности работы
региональных предприятий в связи с цифровизацией бизнеса
Fig. 7. Comparative assessment of changes in the efficiency of regional enterprises in connection with the digitalization of business
Источник: Составлено автором

стали более автономными и оперативными. Полученные результаты свидетельствуют в целом о положительных восприятии и оценке готовности к цифровой трансформации бизнеса региональных компаний.

Анализ и интерпретация полученных в ходе исследования данных демонстрируют, что процесс цифровой трансформации в исследуемых региональных предприятиях осуществляется сравнительно медленно. Это связано с преобладанием в построении бизнеса вертикальных связей, с информационной закрытостью, с недоверием к внешнему окружению, а также с информационно-технологическим отставанием, что обусловливает неразвитость цифровой инфраструктуры предприятий различных секторов экономики в сфере промышленности и услуг.

В России процесс цифровизации современных компаний находится в стадии становления, и для его активизации потребуются мероприятия, направленные на формирование потенциала цифровой устойчивости предприятий [13]. В связи с этим цифровая трансформация экономики – это сложная комплексная задача, которая связана с процессами преобразования и развития

инфраструктуры, институтов, законодательства, бизнес-моделей и общества [14]. Поэтому необходимо проводить комплексную оценку трансформационных преобразований на предприятиях, исходя из различных аспектов цифровизации. Цифровизация предполагает качественно новый переход на цифровые процессы различных уровней, вызванный широким использованием и внедрением новых ИТ во всех секторах экономики. Широкий комплекс исследований глобальных тенденций, в том числе и в практике российского бизнеса, связанных с цифровой экономикой, активно ведется в НИУ ВШЭ [15–17]. По данным НИУ ВШЭ за 2010–2017 гг., сектор ИТ вырос на 17% (доля в ВВП 2,7%) [15]. Специалисты НИУ ВШЭ Т.К. Оганесян, Е.М. Стырин, Г.И. Абдрахманова, С.Д. Розмирович, Д.Ю. Меркулова и Ю.С. Бикбулатова отмечают: российские предприятия в целом осознали, что без использования цифровых технологий сегодня невозможно быть конкурентоспособным на рынке, вместе с тем «компании подходят к этим технологиям очень прагматично, основной упор делая на то, без чего уже невозможно вести бизнес, не спеша вкладываться в принципиально новые направления» [16]. При этом Ю.М. Акаткин, О.Э. Карпов, В.А. Конявский и Е.Д. Ясиновская определяют, что «для удовлетворения высоких ожиданий клиентов компаниям придется ускорить цифровую трансформацию своих бизнес-процессов и выйти за рамки простой автоматизации уже существующих процессов» [18]. Согласно данным НИУ ВШЭ, наиболее передовая практика цифровизации российского бизнеса показала, что успешному переходу «предшествует кардинальное организационное перепроектирование как бизнес-процессов, так и ключевых компетенций и полномочий сотрудников», и, по утверждениям экспертов, одним из ключевых факторов, обеспечивающих успех цифровой трансформации компаний, является готовность к изменениям персонала и руководства предприятий [17]. Кроме того, крайне значимым для успешной цифровой трансформации современных компаний является применение цифровых бизнес-моделей, имеющих специфические особенности непосредственно в условиях цифровизации, что отмечают как российские, так и зарубежные ученые[6] [19–23]. Поэтому значительная совокупность имеющейся информации выступает существенным базисом, подтверждающим дальнейшие целесообразность, необходимость и перспективность исследований оценки готовности компаний регионального и национального масштаба к цифровой трансформации.

Заключение

Проведенное исследование показало, что региональные компании еще недостаточно осведомлены о сущности цифровизации и о новых возможностях ИТ-решений независимо от их размера, сферы и направлений работы. Определены внешние и внутренние факторы, препятствующие цифровой трансформации предприятий региона. Результаты сравнительного анализа восприятия региональных компаний и оценки их готовности к цифровой трансформации обозначили наиболее перспективные направления применения ИТ и возможностей цифровизации в деятельности предприятий различных секторов экономики. Сравнительный анализ результатов исследования сложившейся ситуации в рамках цифровизации компаний РМ и степени их готовности к современным условиям позволил также выявить, что в подходах к цифровой трансформации бизнеса между предприятиями различных секторов экономики существуют некоторые различия. Для предприятий производственного сектора и предприятий сферы услуг РМ наблюдается разница в степени использования ИТ, их инструментов, в возможностях цифровизации отдельных бизнес-процессов и др. В связи с этим основными задачами, которые должны стоять перед российской экономикой и отечественными предприятиями, являются: цифровая трансформация бизнеса, формирование информационной инфраструктуры, обеспечение цифровой безопасности организаций, разработка электронного бюджета, развитие Интернет-торговли, регулирование цифровой среды, внедрение цифровых технологий управления, а также актуализация проблем искусственного интеллекта и роботизации, которые стали основными трендами

[6] Костяков С. (2018) Цифровая экономика: Первые шаги. *Управляем предприятием*. [online] Available at: https://upr.ru/article/tsifrovaya-ekonomika-chast-3-pervye-shagi/ [Accessed 05.06.2024]. (in Russian).

направлений реализации возможностей цифровизации и прерогативами к действию компаний практически всех сфер экономики. Поэтому проведенное исследование позволило получить следующие результаты:

– изучены теоретические положения, раскрывающие сущность и содержание цифровизации и цифровой трансформации;

– проведена оценка восприятия и готовности региональных предприятий к цифровой трансформации;

– выявлены практические результаты реализации цифровых возможностей региональных компаний;

– определены наиболее перспективные направления применения возможностей цифровизации бизнес-процессов в работе отечественных предприятий.

Таким образом, оценка восприятия и готовности компаний к происходящей цифровизации бизнес-процессов является крайне важной в современных условиях. Динамика сущности концепции «Индустрия 4.0» и ее апробация с позиции внедрения различных технологий цифровизации остаются актуальным направлением как российских, так и зарубежных исследователей [24–27]. Признанный классик менеджмента Д. Аакер отмечал, что компаниям-лидерам рынка предстоит быстро адаптироваться к наступлению века цифровых технологий [28]. При этом современные исследователи указывают на то, что традиционные отрасли экономики, составляющие большую долю ВВП, до сих пор не имеют каких-либо стимулов для внедрения, например, новейших технологий Big Data [29]. В связи с этим на государственном уровне сегодня ведется активная работа в области цифровой трансформации. Так, к 2030 г. в РФ планируется сформировать цифровые платформы во всех ключевых отраслях экономики, реализовать новый национальный проект «Экономика данных» и Национальную стратегию развития искусственного интеллекта, что позволит обеспечить технологический суверенитет нашей страны, возможность наращивать вычислительные ресурсы, а совокупная мощность отечественных суперкомпьютеров должна будет увеличиться не менее чем в 10 раз[7]. Поэтому именно стимулирующие цифровую трансформацию меры могут позволить оцифровать различные сектора бизнеса, а, следовательно, существенно увеличить показатели производительности компаний как регионального, так и российского масштаба. В перспективе предприятиям необходимо продолжать активизировать процессы цифровой трансформации, что позволит не только увеличить рост производительности операционной деятельности, усовершенствовать качество производимых товаров и предоставляемых услуг, но и выйти на более высокий стратегический уровень цифрового развития, существенно ускорив процессы адаптации к цифровизации экономики.

Направления дальнейших исследований

Направления будущих исследований обусловлены принятым курсом страны на формирование технологического суверенитета, импортозамещение и цифровизацию всех отечественных отраслей экономики. Подтверждением целесообразности дальнейших исследований является динамичный рост регионального сектора предприятий и обеспечение необходимости их соответствия возможностям достижения национальных целей развития РФ. По итогам 2023 г., РМ признана как «Лидер роста» в Национальном рейтинге инвестиционного климата[8] и в 2024 г. вошла в «Топ-15» рейтинга состояния инвестиционного климата в субъектах РФ[9]. Следовательно, для

[7] «Послание Президента Федеральному Собранию». Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 29 февраля 2024 г. *Президент России*. [online] Available at: http://kremlin.ru/events/president/news/73585 [Accessed 02.09.2024]. (in Russian).

[8] Мордовия – «Лидер роста» по итогам 2023 года в Национальном рейтинге состояния инвестиционного климата (2024) *Официальный портал органов государственной власти Республики Мордовия*. [online] Available at: https://e-mordovia.ru/glava-rm/novosti/mordoviya-lider-rosta-po-itogam-2023-goda-v-natsionalnom-reysfsfsazxvdzvdz/ [Accessed 21.06.2024]. (in Russian).

[9] На ПМЭФ-2024 представили результаты Национального рейтинга инвестклимата (2024) *Союз российских промышленников и предпринимателей*. [online] Available at: https://rspp.ru/events/news/na-pmef2024-predstavili-rezultaty-natsionalnogo-reytinga-investklimata-6667026a6741d/ [Accessed 23.06.2024]. (in Russian).

сохранения поддержки и укрепления высокого уровня национальной конкурентоспособности требуется стабильное проведение исследований по цифровизации деятельности промышленных предприятий РМ и РФ на систематической основе до 2030 г. В современных условиях формирования цифровой экономики необходимость дальнейших исследований в области цифрового развития предприятий России подкрепляет также активная работа и государственная поддержка 56 регионов РФ в рамках масштабной программы стратегического лидерства «Приоритет 2030», предполагающей запуск стратегических проектов по разработке прорывных решений для региональных предприятий и решению проблем импортозамещения [30]. Поэтому полученные результаты исследования цифровой трансформации предприятий регионального масштаба служат предпосылкой для проведения перспективных исследований оценки возможностей цифровизации предприятий в национальном масштабе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Schwab K. (2017) *The Fourth Industrial Revolution*, New York: Crown Publishing Group.
2. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. (2017) Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 10 (3), 9–25. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.10301
3. Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М., Шкарупета Е.В. (2023) Индустрия 5.0: основы создания системной тетрады киберсоциальных экосистем. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*, 1, 103–120. DOI: https://doi.org/10.24143/2073-5537-2023-1-103-120
4. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15501
5. Пригожин А.И. (2010) *Цели и ценности: Новые методы работы с будущим*, М.: Дело.
6. Котлер Ф., Келлер К.Л. (2017) *Маркетинг-менеджмент*, СПб.: Питер.
7. Нижегородцев Р.М., Резник С.Д. (2018) *Управление изменениями в современных компаниях*, монография, М.: ИНФРА-М.
8. Тихонова А.В., Мельникова Н.П., Вишневская Н.Г. (2018) Готовность регионов России к цифровизации экономики. *Economic Annals-XXI*, 174 (11–12), 16–21. DOI: https://doi.org/10.21003/ea.V174-03
9. Степанова В.В., Уханова А.В., Григорищин А.В., Яхяев Д.Б. (2019) Оценка цифровых экосистем регионов России. *Экономические и Социальные Перемены: Факты, Тенденции, Прогноз*, 12 (2), 73–90. DOI: https://doi.org/10.15838/esc.2019.2.62.4
10. Гашева З.Д. (2018) Цифровизация региональной экономики: понятия, проблемы, пути реализации. *Новые технологии*, 4, 114–123.
11. Земцов С., Баринова В., Семенова Р. (2019) Риски цифровизации и адаптация региональных рынков труда в России. *Форсайт*, 13 (2), 84–96. DOI: https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.84.96
12. Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Бредихин С.В. и др. (2021) *Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации*, 7, М.: НИУ ВШЭ.
13. Корокошко Ю.В. (2021) Цифровая устойчивость развития организаций в приоритетах современного проектного менеджмента. *Современное общество в условиях социально-экономической неопределенности*, 363–366. DOI: https://doi.org/10.29003/m2013.978-5-317-06609-3
14. Ветрова М.А., Иванова Д.В. (2020) Оценка цифровой зрелости и готовности к цифровой трансформации регионов РФ. *Управление бизнесом в цифровой экономике*, 99–104.
15. Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. (2019) *Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение*, М.: ИД ВШЭ.
16. Оганесян Т.К., Стырин Е.М., Абдрахманова Г.И., Розмирович С.Д., Меркулова Д.Ю., Бикбулатова Ю.С. (2018) *Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса*, М.: ИД ВШЭ.

17. Жулин А.Б., Кузьминов Я.И. (2020) *Ответ на вызовы цифровизации: госуправление, основанное на данных, «штабная» модель управления и структурный маневр в численности госслужащих*, М.: ИД ВШЭ.

18. Акаткин Ю.М., Карпов О.Э., Конявский В.А., Ясиновская Е.Д. (2017) Цифровая экономика: концептуальная архитектура экосистемы цифровой отрасли. *Бизнес-информатика*, 4 (42), 17–28. DOI: https://doi.org/10.17323/1998-0663.2017.4.17.28

19. Timmers P. (1998) Business Models for Electronic Markets. *Electronic Markets*, 8 (2), 3–8.

20. Weill P., Vitale M. (2001) *Place to space: Migrating to eBusiness Models*, Boston: HBSP.

21. Petrovic O., Kittl C., Teksten R.D. (2001) Developing Business Models for eBusiness. DOI: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1658505

22. Osterwalder A., Pigneur Y. (2002) An eBusiness model ontology for modeling eBusiness. *BLED 2002 Proceedings*, 2, 75–91.

23. Гассман О. (2018) *Бизнес-модели: 55 лучших шаблонов*, М.: Альпина Паблешер.

24. Perales D.P., Valero F.A., García A.B. (2018) Industry 4.0: A Classification Scheme. *Closing the Gap between Practice and Research in Industrial Engineering*, 343–350. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58409-6_38

25. Липкин Е.А. (2017) *Индустрия 4.0: умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции*, М.: Остек-СМТ.

26. Кравченко Н.А., Маркова В.Д., Балдина Н.П. и др. (2019) *Вызовы цифровой трансформации и бизнес высоких технологий*, Новосибирск: ИЭОПП СО РАН.

27. Казанцев А.К., Киселев В.Н., Д. Рубвальтер Д.А., Руденский О.В. (2012) *NBIC-технологии: инновационная цивилизация XXI века*, М.: НИЦ ИНФРА-М.

28. Аакер Д. (2007) *Стратегическое рыночное управление*, СПб.: Питер.

29. Коваленко А. (2020) Big Data как новая нефть. *Эксперт-Урал*, 26–27 (826), 22–25.

30. Келлер А.В., Валамат-Заде Н.Р., Алещенко В.В., Евтина Г.С., Максимович С.А., Шахгильдян Г.Ю. (2023) *Настольная книга руководителя стратегического проекта: экспертное пособие для команды развития университета*, М.: ФГАНУ «Социоцентр»; Минобрнауки России.

REFERENCES

1. Schwab K. (2017) *The Fourth Industrial Revolution*, New York: Crown Publishing Group.

2. Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Kosten D.G., Vorobyev Yu.N. (2017) Formation of digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems, *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 10 (3), 9–25. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.10301

3. Babkin A.V., Liberman I.V., Klachek P.M., Shkarupeta E.V. (2023) Industry 5.0: Principles of Creating System Tetrad of Cybersocial Ecosystems. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Ekonomy*, 1, 103–120. DOI: https://doi.org/10.24143/2073-5537-2023-1-103-120

4. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Digital transformation of industrial enterprises in the new reality. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15501

5. Prigozhin A.I. (2010) *Tseli i tsennosti: Novye metody raboty s budushchim* [*Goals and Values: New Methods of Working with the Future*], Moscow: Delo.

6. Kotler P., Keller K. (2014) *Marketing Management*, 15th ed. London: Pearson.

7. Nizhegorodtsev R.M., Reznik S.D. (2018) *Upravlenie izmeneniiami v sovremennykh kompaniiakh* [*Change management in modern companies*], monograph, Moscow: INFRA-M.

8. Tikhonova A., Melnikova N., Vishnevskaya N. (2018) Readiness of Russian regions to digitize the economy. *Economic Annals-XXI*, 174 (11–12), 16–21. DOI: https://doi.org/10.21003/ea.V174-03

9. Stepanova V.V., Ukhanova A.V., Grigorishchin A.V., Iakhiaev D.B. (2019) Evaluating digital ecosystems in Russia's regions. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 12 (2), 73–90. DOI: https://doi.org/10.15838/esc.2019.2.62.4

10. Gasheva Z.D. (2018) Digitalization of regional economy: concepts, problems, ways of realization. *New Technologies*, 4, 114–123.

11. Zemtsov S., Barinova V., Semenova R. (2019) The risks of digitalization and the adaptation of regional labor markets in Russia. *Foresight and STI Governance*, 13 (2), 84–96. DOI: https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.84.96

12. Abashkin V.L., Abdrakhmanova G.I., Bredikhin S.V. et al. (2021) *Reiting innovatsionnogo razvitiia sub"ektov Rossiiskoi Federatsii* [*Rating of innovative development of subjects of the Russian Federation*], 7. Moscow: NRU HSE.

13. Korokoshko Yu.V. (2021) Tsifrovaia ustoichivost' razvitiia organizatsii v prioritetakh sovremennogo proektnogo menedzhmenta [Digital sustainability of organizational development in the priorities of modern project management]. *Modern Society under the social and economical uncertainty*, 363–366. DOI: https://doi.org/10.29003/m2013.978-5-317-06609-3

14. Vetrova M., Ivanova D. (2020) Evaluation of digital maturity and readiness for the digital transformation of Russian regions. *Upravleniye biznesom v tsifrovoy ekonomike* [*Business Management in the Digital Economy*], 99–104.

15. Abdrakhmanova G., Vishnevsky K., Gokhberg L. et al. (2019) *What is the digital economy? Trends, competencies, measurement*. Moscow: NRU HSE

16. Oganesian T.K., Styrin E.M., Abdrakhmanova G.I., Rozmirovich S.D., Merkulova D.Iu., Bikbulatova Iu.S. (2018) *Tsifrovaia ekonomika: global'nye trendy i praktika rossiiskogo biznesa* [*Digital Economy: Global Trends and Russian Business Practices*], Moscow: NRU HSE.

17. Zhulin A.B., Kuzminov Y. (2020) *Otvet na vyzovy tsifrovizatsii: gosupravlenie, osnovannoe na dannykh, «shtabnaia» model' upravleniia i strukturnyi manevr v chislennosti gossluzhashchikh* [*Responding to the challenges of digitalization: data-driven public administration, the "staff" management model and structural maneuver in the number of civil servants*]. Moscow: NRU HSE.

18. Akatkin Y.M., Karpov O.E., Konyavskiy V.A., Yasinovskaya E.D. (2017) Digital economy: Conceptual architecture of a digital economic sector ecosystem. *Business Informatics*, 4 (42), 17–28. DOI: https://doi.org/10.17323/1998-0663.2017.4.17.28

19. Timmers P. (1998) Business Models for Electronic Markets. *Electronic Markets*, 8 (2), 3–8.

20. Weill P., Vitale M. (2001) Place to space: Migrating to eBusiness Models, Boston: HBSP.

21. Petrovic O., Kittl C., Teksten R.D. (2001) Developing Business Models for eBusiness. DOI: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1658505

22. Osterwalder A., Pigneur Y. (2002) An eBusiness model ontology for modeling eBusiness. *BLED 2002 Proceedings*, 2, 75–91.

23. Gassmann O. (2014) The Business Model Navigator: *55 Models That Will Revolutionise Your Business*, 1st ed. NJ: FT Press.

24. Perales D.P., Valero F.A., García A.B. (2018) Industry 4.0: A Classification Scheme. *Closing the Gap between Practice and Research in Industrial Engineering*, 343–350. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58409-6_38

25. Lipkin E.A. (2017) *Industriia 4.0: umnye tekhnologii – kliuchevoi element v promyshlennoi konkurentsii* [*Industry 4.0: Smart technologies are a key element in industrial competition*], Moscow: Ostek-SMT.

26. Kravchenko N.A., Markova V.D., Baldina N.P. et al. (2019) *Vyzovy tsifrovoi transformatsii i biznes vysokikh tekhnologii* [*Challenges of Digital Transformation and High-Tech Business*], Novosibirsk: IEOPP SO RAN.

27. Kazantsev A.K., Kiselev V.N., D. Rubval'ter D.A., Rudenskii O.V. (2012) *NBIC-tekhnologii: innovatsionnaia tsivilizatsiia XXI veka* [*NBIC technologies: innovative civilization of the 21st century*], M.: NITS INFRA-M.

28. Aaker D.A. (2009) *Strategic Market Management*, 9th ed. NJ: Wiley.

29. Kovalenko A. (2020) Big Data kak novaia neft' [Big Data as the New Oil]. *Ekspert-Ural*, 26–27 (826), 22–25.

30. Keller A.V., Valamat-Zade N.R., Aleshchenko V.V., Evtina G.S., Maksimovich S.A., Shakhgil'dian G.IU. (2023) *Nastol'naia kniga rukovoditelia strategicheskogo proekta: ekspertnoe posobie dlia komandy razvitiia universiteta* [*Handbook of the strategic project manager: an expert guide for the university development team*], Moscow: FGANU «Sotsiotsentr»; Minobrnauki Rossii.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

КОРОКОШКО Юлия Владимировна
E-mail: ulya_korokoshko@mail.ru
Yulia V. KOROKOSHKO
E-mail: ulya_korokoshko@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0612-1527

Поступила: 24.06.2024; Одобрена: 29.07.2024; Принята: 31.07.2024.
Submitted: 24.06.2024; Approved: 29.07.2024; Accepted: 31.07.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 115–131.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 115–131.

Научная статья
УДК 338.1
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17507

СЕТЕВЫЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ КАК ДРАЙВЕРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ТЕХНОПОЛИСА В ИНДУСТРИИ 5.0

М.О. Перышкин[1], Е.В. Шкарупета[2,1] ✉

[1] Псковский государственный университет,
г. Псков, Российская Федерация;

[2] Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация

✉ 9056591561@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вклад регионального развития на основе сетевых структур в формирование интеллектуального цифрового технополиса в условиях цифровой трансформации и Индустрии 5.0. Актуальность исследования обусловлена вызовами цифровой трансформации, требующей развития сетевых структур для ускорения инновационной активности регионов в условиях Индустрии 5.0. Формирование интеллектуальных цифровых технополисов становится ключевым инструментом для повышения технологического суверенитета и устойчивого развития экономики России. Цель исследования – изучить влияние интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур в регионах Северо-Западного и Центрального федеральных округов и их значимость для формирования интеллектуальных цифровых технополисов. Методы исследования включают иерархический кластерный анализ, корреляционный анализ и регрессионный анализ на основе панельных данных. Исследование охватывает период с 2015 по 2021 год, данные были взяты из Федеральной службы государственной статистики РФ. Результаты показали, что сетевые структуры способствуют повышению инновационной активности в регионах, особенно в условиях Индустрии 5.0. Влияние цифрового капитала было наиболее значимым как в инновационно-депрессивных регионах, так и в регионах-лидерах по инновационному развитию. В инновационно-депрессивных регионах ключевым драйвером развития сетевых структур стало обучение сотрудников информационно-коммуникационным технологиям, тогда как в регионах-лидерах важную роль сыграли изобретательская активность и квалификация работников. Новизна работы заключается в выявлении связи между уровнем цифровизации и развитием сетевых структур, а также в формулировке рекомендаций по усилению их роли как драйверов интеллектуального цифрового технополиса. Результаты исследования представляют ценность для разработки стратегий цифровой трансформации и развития инновационных экосистем в регионах России. Выводы подчеркивают важность инвестиций в цифровую инфраструктуру и IT-навыки для регионального развития в условиях Индустрии 5.0. В дальнейших исследованиях планируется расширить географию анализа и рассмотреть взаимодействие между образовательными учреждениями, бизнесом и государственными органами для повышения эффективности сетевых структур.

Ключевые слова: регион, сетевые структуры, технополис, цифровая трансформация, Индустрия 5.0, экономическая безопасность, технологический суверенитет

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках реализации проекта «Формирование интеллектуального кибер-физического технополиса депрессивного района на основе системообразующего инновационно-активного кластера для повышения экономической безопасности региона» (Соглашение №23-28-01226; https://rscf.ru/project/23-28-01226/).

Для цитирования: Перышкин М.О., Шкарупета Е.В. (2024) Сетевые региональные структуры как драйверы формирования интеллектуального цифрового технополиса в Индустрии 5.0. π-Economy, 17 (5), 115–131. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17507

© Перышкин М.О., Шкарупета Е.В., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17507

NETWORKED REGIONAL STRUCTURES AS DRIVERS FOR THE FORMATION OF AN INTELLIGENT DIGITAL TECHNOPOLIS IN INDUSTRY 5.0

M.O. Peryshkin[1], E.V. Shkarupeta[2,1] ✉

[1] Pskov State University, Pskov, Russian Federation;

[2] Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation

✉ 9056591561@mail.ru

Abstract. The article considers the contribution of regional development based on network structures to the formation of an intelligent digital technopolis in the conditions of digital transformation and Industry 5.0. The relevance of the study is due to the challenges of digital transformation, which requires the development of network structures to accelerate the innovation activity of regions in the conditions of Industry 5.0. The formation of intelligent digital technopolises is becoming a key tool for increasing technological sovereignty and sustainable development of the Russian economy. The aim of the research is to study the impact of intellectual and digital capital on the development of network structures in the regions of the Northwestern and Central Federal Districts and their significance for the formation of intelligent digital technopolises. The research methods include hierarchical cluster analysis, correlation and regression analysis based on panel data. The study covers the period from 2015 to 2021, and the data were taken from the Federal State Statistics Service of the Russian Federation. The results showed that network structures contribute to increased innovation activity in the regions, especially in the conditions of Industry 5.0. The impact of digital capital was most significant both in depressed regions with low innovation rates and in regions leading in innovative development. In depressed regions with low innovation rates, the key driver of the development of network structures was the training of employees in information and communication technologies, while in the leading regions, the inventive activity and qualification of employees played an important role. The novelty of the work lies in the identification of the relationship between the level of digitalization and the development of network structures, as well as in the formulation of the recommendations for strengthening their role as drivers of an intelligent digital technopolis. The results of the research are valuable for developing strategies for digital transformation and the development of innovative ecosystems in Russian regions. The findings emphasize the importance of investment in digital infrastructure and IT skills for regional development in the conditions of Industry 5.0. Further research is planned to expand the geography of the analysis and consider the interaction between educational institutions, business and government agencies to improve the efficiency of network structures.

Keywords: region, network structures, technopolis, digital transformation, Industry 5.0, economic security, technological sovereignty

Acknowledgements: The research was financially supported by the Russian Science Foundation, project "Formation of an intelligent cyber-physical technopolis in a depressed area based on a systemforming innovation-active cluster to increase the economic security of the region" (Agreement No. 23-28-01226; available online: https://rscf.ru/project/23-28-01226/)

Citation: Peryshkin M.O., Shkarupeta E.V. (2024) Networked regional structures as drivers for the formation of an intelligent digital technopolis in Industry 5.0. π-Economy, 17 (5), 115–131. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17507

© Peryshkin M.O., Shkarupeta E.V., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Введение

Актуальность исследования

Создание и внедрение механизмов, обеспечивающих устойчивые темпы социально-экономического регионального развития в условиях Индустрии 5.0, способствует ускорению формирования технологического суверенитета России. Исследователи отмечают, что ключевыми проблемами регионального развития страны являются значительная дифференциация регионов по уровню социально-экономического и инновационного развития, а также концентрация экономического роста в ограниченном числе крупных центров [1, 2].

Наиболее эффективной стратегией регионального развития в эпоху Индустрии 5.0 является переход к инновационной экономике, способной быстрее и гибче реагировать на внешние вызовы, связанные с новым индустриальным укладом. Одним из способов активизации инновационной деятельности в российских регионах может стать внедрение концепции интеллектуального цифрового технополиса как новой модели регионального развития в Индустрии 5.0. Примеры успешного применения концепции технополиса для стимулирования инновационной экономики уже наблюдаются за рубежом [3]. Внедрение современных цифровых технологий позволит расширить географию участников инновационных процессов и повысить устойчивость и адаптивность региональных экономик благодаря использованию искусственного интеллекта и больших данных. Введение данной концепции в регионы с депрессивной экономикой позволит эффективно задействовать их конкурентные преимущества.

В условиях переориентации российской экономики на Восток два крупных федеральных округа – Северо-Западный (СЗФО) и Центральный (ЦФО) – могут столкнуться с рисками снижения экономической устойчивости. Эти округа имели ранее дополнительное преимущество за счет короткого логистического пути до Европейского Союза, однако с учетом трансформации экономики и наступления Индустрии 5.0 значимость этого конкурентного преимущества снизилась. К тому же Москва и Санкт-Петербург, будучи городами федерального значения, традиционно привлекают значительные ресурсы из других регионов своих округов. В условиях обостряющейся конкуренции за источники роста и ресурсы в Индустрии 5.0 некоторые из них могут оказаться в зоне экономической турбулентности. Внедрение концепции интеллектуального цифрового технополиса способно создать устойчивую основу для долгосрочного развития регионов, обеспечив им новые возможности для роста.

Объект исследования – сетевые структуры как элемент концепции интеллектуального цифрового технополиса в условиях Индустрии 5.0.

Предмет исследования – влияние интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур в регионах СЗФО и ЦФО в зависимости от уровня их инновационного развития.

Литературный обзор

Региональная система России сталкивается с рядом ограничений: значительной географической протяженностью, неравномерным распределением ресурсов, различной плотностью населения по регионам, низким уровнем кооперации и конкуренции [4]. В условиях Индустрии 5.0 важнейшей задачей становится взаимная интеграция регионов через совместные инновационные проекты, что позволит формировать и развивать новые точки роста. Одним из элементов «колеса технополиса» являются так называемые «группы поддержки» (англ. support groups), включающие различные сообщества, профессиональные палаты и бизнес [5]. В работе [6] авторы дополняют эту концепцию, вводя новый уровень – networks and connectedness, объединяющий группы поддержки и университеты, что подчеркивает роль сетевых структур в технополисе в условиях Индустрии 5.0. Эти структуры способствуют взаимодействию между профессиональными и предпринимательскими сообществами, исследовательскими и образовательными структурами, что особенно важно для ускорения инновационного процесса в условиях Индустрии 5.0 [7]. Это взаимодействие позволяет снизить транзакционные издержки [8] и ускорить процессы

диффузии инноваций и передачи знаний, что является одним из ключевых факторов развития в современной экономике [9].

В работе [10] исследуются четыре крупных инновационных центра США, которые можно классифицировать как технополисы, для выявления ключевых факторов их развития в условиях Индустрии 5.0. Одним из таких элементов стали сетевые структуры, однако каждый технополис развивал их по-разному. Например, в Остине и Сан-Франциско выделяются общие черты: развитая поддерживающая инфраструктура для инновационного бизнеса, включающая акселерационные программы, коворкинги и налоговые льготы, а также культура предпринимательства и кооперации. В то же время их стратегии различаются. Сан-Франциско как мировой инновационный центр в условиях Индустрии 5.0 привлекает множество предпринимателей, однако основная задача заключается в вовлечении их в процессы кооперации. В этом городе развита система акселераторов, выпускники которых продолжают сотрудничество в совместных проектах. В Остине, который пока не достиг уровня Сан-Франциско, ключевой задачей стало привлечение инфлюэнсеров из различных сфер. Авторы [11] выделяют два уровня инфлюэнсеров: лидеров, которые могут привлекать новых участников в сеть, и инфлюэнсеров второго порядка, ответственных за создание междисциплинарных и межсекторальных проектов в условиях Индустрии 5.0.

В Бостоне основной акцент сделан на сетевое взаимодействие научного и профессионального сообществ, что стало возможным благодаря географической близости нескольких ведущих университетов и крупных биотехнологических компаний. Все это происходит в рамках концепции Индустрии 5.0, где ключевыми факторами становятся взаимодействие и использование цифровых технологий для ускорения развития. В Нью-Йорке развитие сетевых структур осложнено высокой конкуренцией среди предпринимателей и длительными сроками проверки инвестиционных проектов. Однако, несмотря на различия в подходах, во всех четырех регионах отмечается взаимосвязь между временем проживания в регионе и вероятностью открытия бизнеса, что особенно важно в условиях Индустрии 5.0.

Зарубежная практика показывает, что сетевые структуры играют ключевую роль в развитии технополисов в условиях Индустрии 5.0. Для формирования в России интеллектуального цифрового технополиса необходимы не только предпринимательская и исследовательская инфраструктуры, но и постоянный приток квалифицированных кадров и условия для взаимодействия и создания инновационных проектов. Как отмечает С.П. Земцов, «регион сам по себе ничего не создает, это прерогатива человека – исследователя или изобретателя» [12]. В условиях Индустрии 5.0 сетевые структуры усиливают взаимодействие между элементами интеллектуального капитала, усиливая эффект синергии [13].

Цифровизация, особенно в условиях Индустрии 5.0, изменила концепцию интеллектуального капитала, выделив цифровые компетенции и инфраструктуру как значимый фактор развития. Однако в научной литературе отсутствует единое мнение о том, следует ли рассматривать их как часть интеллектуального капитала или как новую экономическую категорию [14]. Использование цифровых инструментов в условиях Индустрии 5.0 упрощает доступ к сетям для других участников, однако требует от бизнеса инвестиций в цифровую инфраструктуру и обучение новым компетенциям. Это обучение не только способствует появлению новых компетенций, но и расширяет сеть контактов, что позитивно влияет на развитие сетевых структур [15].

Одной из ключевых проблем российской экономики остается дифференциация и атомизация регионов. В условиях Индустрии 5.0 внедрение концепции интеллектуального цифрового технополиса в практику регионального развития позволит за счет синергии цифровых сервисов, инновационного бизнеса, а также социальных, организационных и управленческих инноваций создать устойчивую и адаптивную региональную экономику, а также найти регионам совместные точки роста [16].

Цель исследования

Целью исследования является изучение степени влияния интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур в регионах СЗФО и ЦФО России в условиях Индустрии 5.0. В условиях перехода к Индустрии 5.0 сетевые структуры выступают важным драйвером формирования интеллектуального цифрового технополиса, способствуя интеграции регионов и созданию новых точек роста.

Задачи исследования включают следующие:

– провести кластеризацию регионов СЗФО и ЦФО по уровню инновационного развития, что позволит выявить регионы с наибольшим потенциалом для создания интеллектуальных цифровых технополисов;

– выполнить корреляционный и регрессионный анализы для определения влияния интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур, которые играют ключевую роль в формировании инновационной экосистемы в условиях Индустрии 5.0;

– разработать рекомендации по развитию сетевых структур, направленные на усиление их роли как драйверов интеллектуального цифрового технополиса, что будет способствовать развитию регионов и технологическому суверенитету России.

Материалы и методы

Материалы и методы исследования направлены на анализ влияния интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур в регионах СЗФО и ЦФО в условиях перехода к Индустрии 5.0. В ходе исследования использовались статистические данные по 10 регионам СЗФО (включая Ненецкий автономный округ в составе Архангельской области) и 18 регионам ЦФО за периоды с 2015 по 2021 год для статистического анализа и с 2018 по 2021 год для эконометрического анализа. Выбор временного интервала для эконометрического анализа связан с тем, что за этот период методология статистического сборника «Индикаторы инновационной деятельности», который послужил основой для исследования, оставалась неизменной. Это позволяет обеспечить консистентность и корректность данных в условиях Индустрии 5.0, где инновационные процессы и сетевые структуры становятся важными драйверами развития.

Для анализа использовались методы иерархического кластерного анализа, корреляционного анализа и регрессионного анализа на основе панельных данных, что позволило выявить ключевые взаимосвязи между уровнями инновационного развития и сетевыми структурами, которые играют решающую роль в формировании интеллектуального цифрового технополиса. Кластерный анализ проводился с использованием программного обеспечения Orange, а корреляционный и регрессионный анализы – с помощью JASP. Применение этих методов позволило глубже изучить взаимодействие сетевых структур и интеллектуального капитала в контексте формирования технополисов в условиях Индустрии 5.0.

Информационной базой исследования выступили данные Федеральной службы государственной статистики РФ, что обеспечило высокую степень точности и надежности полученных результатов. Эти данные являются основой для дальнейшего понимания процессов цифровой трансформации и формирования сетевых региональных структур, которые выступают в качестве ключевых факторов роста интеллектуальных цифровых технополисов в Индустрии 5.0.

Результаты и обсуждение

Результаты анализа показывают, что на данный момент в России не сложилась устойчивая культура сетевого взаимодействия, которая могла бы служить основой для формирования интеллектуальных цифровых технополисов в условиях Индустрии 5.0. Тем не менее за период с 2015 по 2021 год наблюдается значительный рост совместных проектов в области исследований и разработок: их количество увеличилось на 87%. Если в 2015 году было реализовано 28733 совместных

проекта, то к 2021 году этот показатель возрос до 82336. Число организаций, включенных в такие проекты, также выросло: с 1771 в 2015 году до 2259 в 2021 году, а среднее количество проектов на одну организацию удвоилось – с 16 до 36. Доля проектов, реализуемых инновационными организациями, увеличилась с 76% (21783) до 87% (71904), что подчеркивает важность сетевых структур в развитии инновационной экономики.

Особенно важным показателем является рост количества проектов, реализуемых на постоянной основе. В 2015 году таких проектов было 37% (10745), а к 2021 году – уже 50% (41433). Однако доля формальной проектной кооперации снизилась с 56% в 2015 году (15967) до 34% в 2021 году (27830). В то же время наблюдается значительный рост неформальной кооперации – с 8% (2255) до 17% (13820), что может свидетельствовать о смещении акцентов в сторону гибких, неформализованных сетей взаимодействия, более характерных для Индустрии 5.0.

Отдельное внимание заслуживает динамика взаимодействия с научными организациями и высшими учебными заведениями. В 2015 году треть всех проектов (8659) приходилась на научные и образовательные учреждения, однако к 2021 году их доля сократилась до 14% (11943).

Дифференциация по уровням взаимодействия между федеральными округами также является значительной. В 2015 году две трети всех совместных проектов (70%) приходились на три федеральных округа: ЦФО (37% – 10800), СЗФО (11% – 3164) и Приволжский (ПФО) (22% – 6364). К 2021 году ситуация не изменилась кардинально: 89% всех проектов (72938) были реализованы в этих округах, причем большинство проектов приходилось на ЦФО (69% – 56636). Доля СЗФО составила 6% (5503), а ПФО – 13% (10799).

Ключевые регионы в этих округах демонстрируют доминирующее положение. В ЦФО на Москву в 2015 году приходилось 37% всех совместных проектов (4028), а в 2021 году – уже 41% (23660). В СЗФО на Санкт-Петербург приходилось 74% всех проектов (2345) в 2015 году, и этот показатель остался практически неизменным в 2021 году – 73% (4036).

В рамках данного исследования была проведена оценка влияния развития интеллектуального капитала, включая его цифровую составляющую, на формирование и развитие сетевых структур в регионах России.

На первом этапе исследования был проведен иерархический кластерный анализ регионов СЗФО и ЦФО по уровню их инновационного развития. В анализ включались средние значения за исследуемый период по таким показателям, как «Уровень инновационной активности организаций, в %» и «Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, работ и услуг, в %». Кластеризация позволила выявить группы регионов с разным уровнем инновационного развития, что в дальнейшем служило основой для анализа сетевых взаимодействий в условиях Индустрии 5.0.

В СЗФО были выделены три группы регионов:

1) инновационно-депрессивные регионы: Республика Карелия, Калининградская и Архангельская области;

2) умеренно-инновационные регионы: Мурманская, Ленинградская, Новгородская, Вологодская, Псковская области и Республика Коми;

3) лидеры инноваций: Санкт-Петербург.

Анализ ЦФО выявил четыре группы регионов:

1) инновационно-депрессивные регионы: Смоленская, Курская и Костромская области;

2) умеренно-инновационные регионы: Орловская, Ивановская, Калужская, Воронежская, Липецкая области и Москва;

3) высоко-инновационные регионы: Владимирская, Рязанская, Тверская, Ярославская, Тамбовская, Брянская и Московская области;

4) лидеры инноваций: Белгородская и Тульская области.

Далее для каждой группы регионов был проведен корреляционный анализ, целью которого являлось выявление статистических взаимосвязей между ключевыми показателями развития интеллектуального и цифрового капиталов, а также их влияния на сетевые структуры. Используемые в анализе переменные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Используемые переменные
Table 1. Variables used

Parth	Удельный вес организаций, осуществлявших инновационную деятельность, участвовавших в совместных проектах по выполнению исследований и разработок, в %
HighEdu	Доля лиц с высшим образованием в общем числе занятых, в %
Patents	Коэффициент изобретательской активности (без учета полезных моделей), в ед.
Invest_Hard_ Soft_IT	Доля затрат на приобретение вычислительной техники и оргтехники, телекоммуникационного оборудования и программного обеспечения в общем числе затрат на ИКТ, в %
Invest_IT_edu	Доля затрат на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием ИКТ, в общем числе затрат на ИКТ, в %

По результатам проведенного корреляционного анализа в СЗФО в группе инновационно-депрессивных регионов была установлена статистически значимая и достоверная взаимосвязь между развитием сетевых структур и долей затрат на обучение сотрудников, связанное с внедрением и использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в общих затратах на ИКТ. Эта взаимосвязь подчеркивает важность человеческого капитала, ориентированного на цифровую трансформацию, в формировании устойчивых сетевых взаимодействий.

Для дальнейшего подтверждения данной зависимости был проведен регрессионный анализ с использованием панельных данных, результаты которого представлены в табл. 2. Использование панельного анализа позволило учесть временные и пространственные различия между регионами, что дало более точное представление о влиянии разнообразных факторов на развитие сетевых структур в условиях цифровой трансформации и перехода к Индустрии 5.0.

Таблица 2. Характеристика регрессионной модели влияния доли затрат на обучение, связанное с развитием и использованием ИКТ, на развитие сетевых структур в инновационно-депрессивных регионах СЗФО России
Table 2. Characteristics of the regression model of the impact of the share of training costs related to the development and use of ICT on the development of network structures in the depressed regions with low innovation rates of the NWFD of Russia

R-квадрат		0,343
Значимость *F*		5,225
p-значение		0,045
Durbin-Watson	Statistic	2,434
	p	0,506
t-статистика предиктора		2,286
p-значение предиктора		0,045

Можно утверждать о статистической значимости полученных результатов (коэффициент детерминации составил 0,343), что свидетельствует о том, что модель объясняет около 34% вариации зависимой переменной. Достоверность модели подтверждается низким уровнем *p*-значения (< 0,05), что указывает на статистически значимые результаты регрессии. Кроме того,

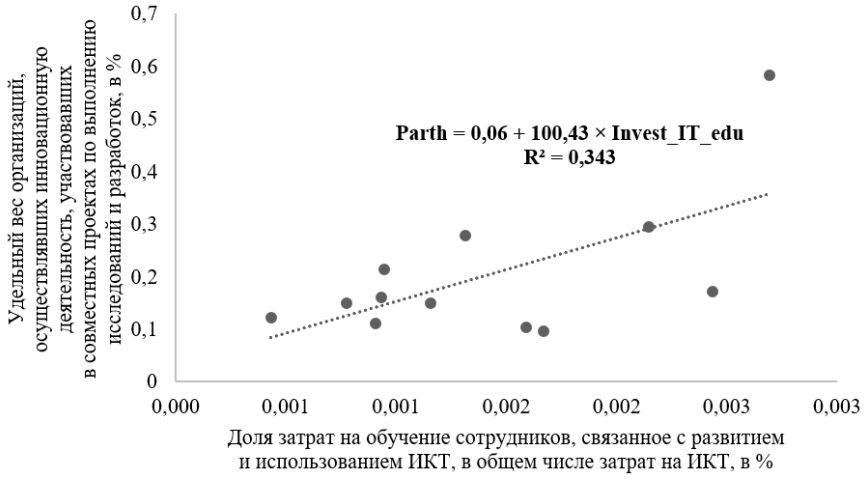


Рис. 1. Регрессионная зависимость сетевых структур от влияния доли затрат на обучение, связанное с развитием и использованием ИКТ, в инновационно-депрессивных регионах СЗФО России

Fig. 1. Regression dependence of network structures on the influence of the share of training costs related to the development and use of ICT in the depressed regions with low innovation rates of the NWFD of Russia

автокорреляция остатков не выявлена, что подтверждается критерием Дарбина–Уотсона, значение которого близко к 2 (p-значение > 0,05), что также подтверждает отсутствие автокорреляции в данных (рис. 1).

В других группах СЗФО статистически значимых и достоверных результатов выявлено не было. В дальнейшем был проведен корреляционный анализ в регионах ЦФО. В умеренно-инновационных регионах были получены статистически значимые результаты, однако их достоверность была под вопросом из-за наличия автокорреляции.

В высоко-инновационных регионах ЦФО была выявлена статистически значимая и достоверная взаимосвязь между развитием сетевых структур и долей лиц с высшим образованием в общем числе занятых, а также коэффициентом изобретательской активности.

Далее был проведен регрессионный анализ на основе панельных данных для уточнения влияния этих факторов на развитие сетевых структур в высоко-инновационных регионах ЦФО (табл. 3).

Коэффициенты модели (рис. 2) продемонстрировали значительное влияние доли лиц с высшим образованием на развитие сетевых структур в высоко-инновационных регионах.

На основании результатов проведенного регрессионного анализа можно говорить о статистической значимости (коэффициент детерминации – 0,182) и достоверности полученных результатов регрессии (p-значение < 0,05), при этом автокорреляция не выявлена (критерий Дарбина–Уотсона близок к 2, p-значение > 0,05). Коэффициент детерминации, не превышающий 20%, свидетельствует о том, что в данный момент доля работников с высшим образованием не является основным драйвером развития сетевых структур в высоко-инновационных регионах ЦФО.

В этой же группе регионов была выявлена статистически значимая корреляция между коэффициентом изобретательской активности (без учета полезных моделей) и развитием сетевых структур. Этот показатель предполагает, что инновационная активность, выраженная через количество изобретений, в большей степени способствует развитию сетевых взаимодействий в регионах с высоким инновационным потенциалом. Далее был проведен регрессионный анализ на основе панельных данных (табл. 4).

На основании результатов проведенного регрессионного анализа можно говорить о статистической значимости и достоверности полученных результатов регрессии (рис. 3).

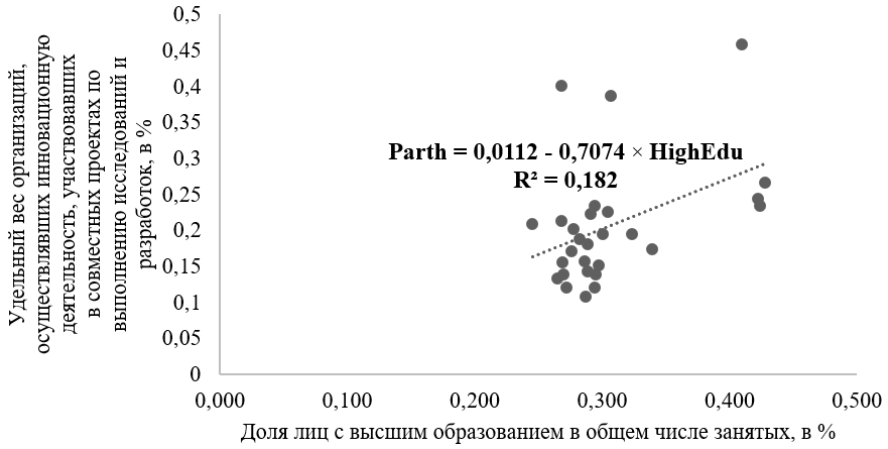


Рис. 2. Регрессионная зависимость сетевых структур от доли лиц с высшим образование в общем числе занятых в высоко-инновационных регионах ЦФО России
Fig. 2. Regression dependence of network structures on the share of persons with higher education in the total number of employees in highly innovative regions of the CFD of Russia

Таблица 3. Характеристика регрессионной модели влияния доли лиц с высшим образованием в общем числе занятых на развитие сетевых структур в высоко-инновационных регионах ЦФО России
Table 3. Characteristics of the regression model of the influence of the share of persons with higher education in the total number of employees on the development of network structures in highly innovative regions of the CFD of Russia

R-квадрат		0,182
Значимость *F*		5,784
p-значение		0,024
Durbin-Watson	Statistic	2,086
	p	0,936
t-статистика предиктора		2,405
p-значение предиктора		0,024

Таблица 4. Характеристика регрессионной модели влияния изобретательской активности на развитие сетевых структур в высоко-инновационных регионах ЦФО России
Table 4. Characteristics of the regression model of the influence of inventive activity on the development of network structures in highly innovative regions of the CFD of Russia

R-квадрат		0,432
Значимость *F*		19,771
p-значение		< 0,001
Durbin-Watson	Statistic	2,035
	p	0.964
t-статистика предиктора		4,447
p-значение предиктора		< 0,001

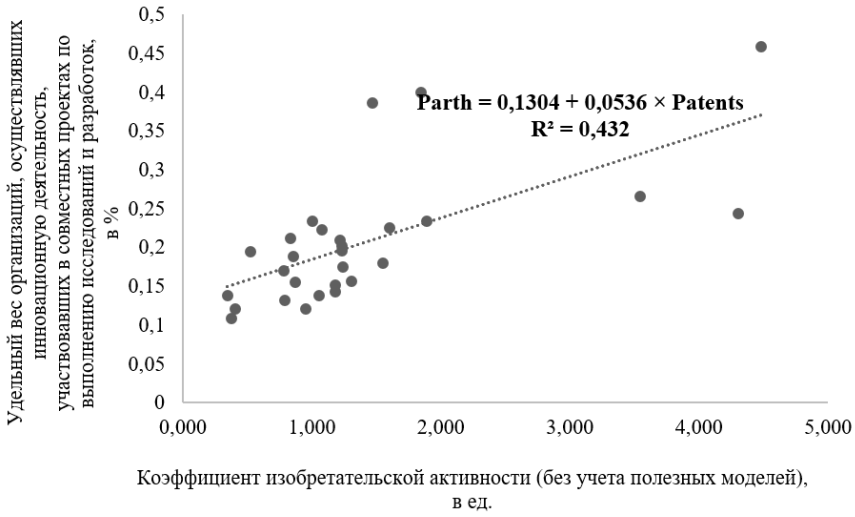


Рис. 3. Регрессионная зависимость сетевых структур от изобретательской активности в высоко-инновационных регионах ЦФО России

Fig. 3. Regression dependence of network structures on inventive activity in highly innovative regions of the CFD of Russia

Изобретательская активность является важным элементом в формировании сетевых структур и их развитии. Можно предположить, что в данной группе регионов развита кооперация между научно-исследовательскими коллективами и предприятиями, что оказывает положительное влияние на возникновение и развитие сетевых структур.

В группе инновационных лидеров ЦФО была выявлена положительная корреляция между развитием сетевых структур и долей затрат на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием ИКТ. Далее был проведен регрессионный анализ на основе панельных данных (табл. 5).

Таблица 5. Характеристика регрессионной модели влияния изобретательской активности на развитие сетевых структур доли затрат на обучение, связанное с развитием и использованием ИКТ, в регионах – инновационных лидерах ЦФО России

Table 5. Characteristics of the regression model of the influence of inventive activity on the development of network structures of the share of training costs related to the development and use of ICT in the regions – innovative leaders of the CFD of Russia

R-квадрат		0,714
Значимость *F*		14,948
p-значение		0,008
Durbin-Watson	Statistic	1,923
	p	0,954
t-статистика предиктора		3,866
p-значение предиктора		0,008

На основании результатов проведенного регрессионного анализа можно говорить о статистической значимости и достоверности полученных результатов регрессии (рис. 4).

На основании результатов проведенного регрессионного анализа можно сделать вывод о статистической значимости (коэффициент детерминации – 0,714) и достоверности полученных

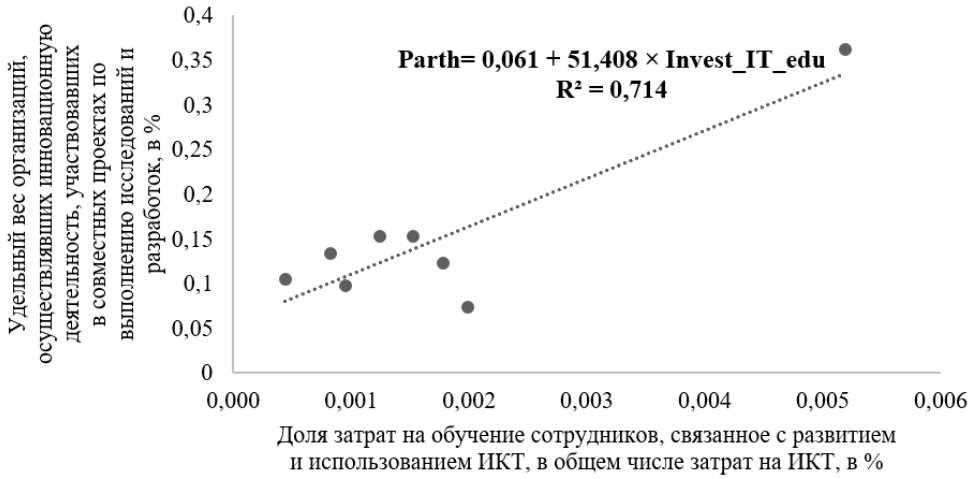


Рис. 4. Регрессионная зависимость сетевых структур от доли затрат на обучение, связанное с развитием и использованием ИКТ, в регионах – инновационных лидерах ЦФО России

Fig. 4. Regression dependence of network structures on the share of training costs related to the development and use of ICT in the regions – innovative leaders of the CFD of Russia

данных (p-значение < 0,05), при этом автокорреляция не выявлена (критерий Дарбина–Уотсона близок к 2, p-значение > 0,05). Обучение сотрудников работе с ИКТ оказалось значимым фактором, влияющим на развитие сетевых структур, что имеет важное значение в контексте цифровой трансформации в условиях Индустрии 5.0.

По итогам исследования было выявлено, что влияние интеллектуального капитала на развитие сетевых структур наблюдается только в одной группе регионов. В группе высоко-инновационных регионов ЦФО квалифицированные кадры и изобретательская активность выступают ключевыми драйверами развития сетевых структур. Это указывает на то, что в регионах данной группы существует эффективная система взаимодействия между образовательными учреждениями и научно-исследовательской деятельностью. Программы образования и результаты интеллектуальной деятельности удовлетворяют запросы индустрии, что положительно влияет на развитие сетевых структур и формирование интеллектуальных технополисов в условиях Индустрии 5.0.

Инвестиции в цифровой капитал также оказывают положительное влияние на развитие сетевых структур как в инновационно-депрессивных регионах СЗФО, так и в лидирующих регионах ЦФО. Это связано с тем, что в данных группах регионов успешно реализуются меры поддержки IT-отрасли.

В Республике Карелия в 2014 году была запущена региональная программа «Информационное общество в Республике Карелия 2014–2020», направленная на развитие IT-отрасли в рассматриваемом периоде. Также Петрозаводский государственный университет активно вовлечен в процесс цифровизации региона. В рамках совместного проекта университета, региональных властей и частных инвесторов создается сеть центров обработки данных, что способствует развитию цифровой инфраструктуры. Эти меры важны для создания устойчивых сетевых структур в условиях Индустрии 5.0, когда интеллектуальный капитал и цифровые технологии становятся ключевыми элементами регионального развития.

В Архангельской области с 2019 года реализуется Государственная программа «Цифровое развитие Архангельской области» (Постановление Правительства Архангельской области от 10 октября 2019 года № 549-пп), которая направлена на поддержку цифровой трансформации региона. Программа содействует внедрению современных IT-решений и способствует формированию сетевых структур, поддерживающих инновационные процессы в рамках Индустрии 5.0.

Калининградская область, хотя и не имела стратегических документов по цифровизации в рассматриваемый период, продемонстрировала развитие через создание международного кластера информационных технологий Северо-Запада и особой экономической зоны, привлекательной для IT-компаний. Это формирует основу для интеграции региона в глобальные цифровые процессы.

Инновационные лидеры, такие как Белгородская и Тульская области, активно развивают IT-отрасль, что способствует укреплению их позиций в рамках Индустрии 5.0. В Тульской области действует IT-кластер, а региональные власти регулярно организуют конференции и круглые столы с представителями IT-сектора (Постановление Правительства Тульской области от 20 августа 2021 года № 515). Это взаимодействие между бизнесом и государством усиливает сетевые структуры и способствует внедрению цифровых технологий в промышленность.

В Белгородской области также действует государственная программа «Развитие информационного общества в Белгородской области на 2014–2020 годы» (Постановление Правительства Белгородской области от 16 декабря 2013 года № 518-пп). В регионе создан IT-кластер, а с 2019 года функционирует региональный центр обработки данных, что укрепляет цифровую инфраструктуру области.

Тульская и Белгородская области являются крупными промышленными центрами, и IT-отрасль здесь играет важную роль не только как самостоятельный сектор, но и как вспомогательная сфера, поддерживающая развитие промышленности. В условиях формирования технологического суверенитета и цифровой трансформации, характерной для Индустрии 5.0, развитая IT-инфраструктура становится конкурентным преимуществом регионов, создавая дополнительные возможности для роста и интеграции в глобальные цепочки создания добавленной стоимости.

В инновационно-депрессивных регионах ключевой задачей является закрепление положительного влияния затрат на обучение, связанное с развитием и использованием ИКТ, на развитие сетевых структур. Это может быть достигнуто через расширение сети центров обработки данных (ЦОД). Для их обслуживания требуются квалифицированные специалисты среднего и высшего звена, не обязательно с профильным IT-образованием, такие как электрики и менеджеры. Создание сети ЦОД не только обеспечит регион новыми рабочими местами, но и поможет сократить отток молодежи. Кроме того, наличие ЦОД в этих регионах повысит уровень доступности цифровой инфраструктуры и будет способствовать развитию IT-бизнеса, связанного с обработкой больших массивов данных, например, в области больших данных или искусственного интеллекта [17]. У Республики Карелия и Архангельской области есть дополнительное преимущество благодаря их расположению в Арктической зоне России, что делает их перспективными для тестирования отечественных разработок. Кооперация с инновационно-активными регионами в рамках Индустрии 5.0 может оказывать положительное влияние как на развитие сетевых структур, так и на инновационную активность в этих регионах.

Стоит также отметить, что в случае как инновационных лидеров, так и инновационно-депрессивных регионов на развитие сетевых структур положительное влияние оказывает обучение IT-навыкам, на которые приходится не более 1% всех затрат на ИКТ, в отличие от оборудования и программного обеспечения, на которые приходится от 30% до 50% затрат на ИКТ. Это может быть связано с необходимостью регулярного обновления оборудования из-за его морального устаревания и роста цен на фоне волатильности рубля. Атомизация российского бизнеса ведет к дублированию расходов на цифровую инфраструктуру, что снижает эффективность. В качестве решения можно рассмотреть опыт Италии с внедрением сетевого контракта (*итал.* il contratto di rete). Сетевой контракт представляет собой форму межфирменной кооперации, зарегистрированную в государственных органах, что схоже с простым товариществом, но предоставляет больше возможностей [18]. Участники сетевого контракта могут создать не только представительство, но и новое юридическое лицо, что дает им возможность совместно

использовать имущество и сотрудников. Совместное использование вычислительных мощностей позволит освободить дополнительные ресурсы, которые можно направить на развитие цифровых компетенций работников[1]. Для повышения прозрачности сетевого контракта и защиты прав участников можно внедрить системы на основе технологии блокчейн, что особенно актуально в условиях цифровой трансформации и формирования Индустрии 5.0.

В заключение следует отметить, что сетевые структуры обладают значительным потенциалом как инструмент регионального развития, особенно в условиях Индустрии 5.0 [19]. В ряде рассмотренных регионов сетевые структуры могут успешно развиваться при поддержке инвестиций в интеллектуальный капитал и цифровые компетенции [20]. Это позволит региональным властям актуализировать стратегические документы и повысить эффективность вложений в развитие. Формирование устойчивых сетевых структур может стать основой для создания интеллектуальных цифровых технополисов в этих регионах. В частности, стоит обратить внимание на опыт ряда регионов, таких как Татарстан и Калужская область, где активно развиваются технопарки и инновационные кластеры, ставшие ключевыми драйверами региональной цифровой трансформации. В Татарстане, например, создание Иннополиса, ориентированного на IT и робототехнику, стало успешным примером того, как интеграция образовательных учреждений, бизнеса и государства способна ускорить развитие интеллектуальных цифровых экосистем. Калужская область демонстрирует пример успешной работы фармацевтического кластера, где тесное сотрудничество между научными центрами, производителями и местными властями стимулирует инновации в медико-биологической отрасли.

Тем не менее развитие сетевых структур – это сложный и долгосрочный процесс, который требует постоянного участия заинтересованных сторон. Практика показывает, что сетевые структуры могут стать важной частью инновационной экосистемы технополиса, однако они сталкиваются с определенными ограничениями [21]. Эти ограничения связаны не только с институциональной средой конкретного региона, но и с поведенческими и эмоциональными особенностями отдельных участников или групп [22]. В условиях Индустрии 5.0, которая предполагает активное использование цифровых технологий и ориентирована на человека, важно учитывать эти факторы, чтобы обеспечить успешное развитие сетевых структур и интеграцию регионов в глобальную инновационную экосистему [23].

Дополнительно стоит отметить, что наличие в этих регионах развитой промышленности способствует расширению рынка для IT-компаний, особенно в условиях формирования технологического суверенитета России, что повышает стратегическую важность сетевых структур в поддержке инновационного роста и регионального развития [24].

Заключение

1. В ходе исследования была проведена кластеризация регионов СЗФО и ЦФО по уровню их инновационного развития, что позволило выделить регионы с наибольшим потенциалом для создания интеллектуальных цифровых технополисов в условиях Индустрии 5.0. Этот анализ выявил как регионы-лидеры по инновационному развитию, так и инновационно-депрессивные регионы, требующие поддержки для интеграции в цифровую экономику.

2. Выполнен корреляционный и регрессионный анализы влияния интеллектуального и цифрового капиталов на развитие сетевых структур в различных группах регионов. Установлено, что развитие сетевых структур на основе цифрового капитала имеет большее значение как для инновационно-депрессивных, так и для инновационно-лидирующих регионов. Это подтверждает необходимость инвестиций в цифровую инфраструктуру и IT-навыки для повышения устойчивости и адаптивности сетевых структур в контексте Индустрии 5.0.

[1] Contratto di rete: come funziona lo strumento per aumentare la competitività delle imprese (2024) *Confindustria Toscana Centro e Costa. Firenze Livorno Massa Carrara*. [online] Available at: https://www.confindustriafirenze.it/accrescere-la-capacita-innovativa-e-la-competitivita-delle-imprese-attraverso-i-contratti-di-rete/ [Accessed 15.10.2024].

3. На основе результатов регрессионного анализа были сформулированы практические рекомендации для каждого из рассмотренных регионов. Эти рекомендации направлены на развитие сетевых структур как ключевого элемента интеллектуальных цифровых технополисов, что способствует не только инновационному развитию регионов, но и укреплению технологического суверенитета России. Вклад исследования заключается в создании нового подхода к управлению сетевыми структурами с учетом цифрового капитала, что представляет собой значимое дополнение к научной литературе по развитию регионов в условиях Индустрии 5.0.

Направления дальнейших исследований

В рамках дальнейших исследований необходимо углубить анализ влияния цифрового и интеллектуального капиталов на развитие сетевых структур, распространив исследование на большее количество федеральных округов России. Это позволит получить более полное представление о динамике формирования интеллектуальных цифровых технополисов в условиях разнообразных уровней цифровизации и инновационной активности. Особое внимание следует уделить взаимодействию образовательных учреждений, бизнеса и государственных органов, поскольку их координация играет ключевую роль в интеграции инновационных решений в регионах с различной степенью цифровой зрелости. Такой подход позволит выявить региональные особенности и предложить более точные рекомендации для стимулирования инновационной активности и ускоренного формирования технополисов в условиях цифровой трансформации и Индустрии 5.0.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Карачаровский В.В. (2012) Об эффекте инновационной деятельности в российской экономике на макро- и мезоуровне. *Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право*, 5 (6), 18–34.

2. Лаврикова Ю.Г., Суворова А.В. (2020) Оптимальная пространственная организация экономики региона: поиск параметров и зависимостей. *Экономика региона*, 16 (4), 1017–1030. DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-1

3. Шкарупета Е.В., Бабкин А.В., Перышкин М.О. (2023) *Управление технополисным инновационным развитием в условиях цифровизации промышленности для повышения экономической безопасности региона*, Курск: Университетская книга.

4. Сухарев О.С. (2015) Региональная экономическая политика: структурный подход и инструменты (теоретическая постановка). *Экономика региона*, 11 (2), 9–23. DOI: https://doi.org/10.17059/2015-2-1

5. Smilor R.W., Gibson D.V., Kozmetsky G. (1989) Creating the technopolis: High-technology development in Austin, Texas. *Journal of Business Venturing*, 4 (1), 49–67. DOI: https://doi.org/10.1016/0883-9026(89)90033-5

6. Nevárez J. (2008). The Reversal of Technology. *Social Information Technology: Connecting Society and Cultural Issues*. IGI Global. DOI: https://doi.org/10.4018/978-1-59904-774-4.ch003

7. Батлер Д., Гибсон Д. (2013) Исследовательские университеты в структуре региональной инновационной системы: опыт Остина, штат Техас. *Форсайт*, 7 (2), 42–57.

8. Sun M., Zhang X., Zhang X. (2022) The Impact of a Multilevel Innovation Network and Government Support on Innovation Performance – An Empirical Study of the Chengdu–Chongqing City Cluster. *Sustainability*, 14 (12), art. no. 7334. DOI: https://doi.org/10.3390/su14127334

9. Унтура Г.А., Канева М.А., Морошкина О.Н. (2020) Феномен структурно-технологической близости и перетоки знаний в регионах России. *Экономика региона*, 16 (4), 1254–1271. DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-17

10. Stephens B., Butler J.S., Garg R., Gibson D.V. (2019) Austin, Boston, Silicon Valley, and New York: Case studies in the location choices of entrepreneurs in maintaining the technopolis. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 267–280. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.030

11. Gibson D.V., Butler J.S. (2013). Sustaining the Technopolis: The Case of Austin, Texas. *World Technopolis Review*, 2 (2), 64–81. DOI: https://dx.doi.org/10.7165/wtr2013.2.2.64

12. Бабурин В.Л., Земцов С.П. (2017) *Инновационный потенциал регионов России*, монография, М.: КДУ; Университетская книга.

13. Sun A., Wu H., Feng Z. et al. (2024) The impact of high-tech enterprise innovation network on breakthrough technology innovation performance: mediating role of intellectual capital. *Annals of Operations Research*, 337 (1), 21. DOI: https://doi.org/10.1007/s10479-023-05359-6

14. Злобина О.В. (2021) Эволюция интеллектуального капитала под влиянием цифровизации. *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент*, 11 (4), 272–283.

15. Перышкин М.О. (2021) Влияние цифровизации на диффузию знаний в Псковской области. *Научные труды Вольного экономического общества России*, 230 (4), 417–422. DOI: https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-230-4-417-422

16. Шкарупета Е.В. (2024) Определение роли и факторов технополисного развития в экономической безопасности депрессивных регионов. *МИР* (*Модернизация. Инновации. Развитие*), 15 (2), 248–263. DOI: https://doi.org/10.18184/2079-4665.2024.15.2.248-263

17. Долганова Я.А., Бабкин А.В. (2023) Факторы обеспечения экономической безопасности депрессивных регионов в условиях цифровой трансформации. *МИР* (*Модернизация. Инновации. Развитие*), 14 (3), 361–379. DOI: https://doi.org/10.18184/2079-4665.2023.14.3.361-379

18. Беликова К.М. (2021) Договорные сети и их влияние на благосостояние потребителей: правовое регулирование и перспектива. *Право и политика*, 8, 1–12. DOI: https://doi.org/10.7256/2454-0706.2021.8.35998

19. Гилева Т.А. (2024) Оценка уровня зрелости инновационной экосистемы территории: методические основы и инструменты. *π-Economy*, 17 (4), 53–67. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17403

20. Жданов Д.А. (2024) Интеллектуальный капитал предприятия: состав и приоритеты. *π-Economy*, 17 (4), 139–152. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17409

21. Балог М.М., Бабкин А.В. (2024) Детерминанты ускорения процессов цифровизации в контексте обеспечения экономической безопасности региона. *π-Economy*, 17 (3), 33–51. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17303

22. Бабкин А.В. (2020) Тенденции и факторы, обуславливающие кластеризацию в промышленности в условиях цифровой экономики. *Естественно-гуманитарные исследования*, 31 (5), 35–43. DOI: https://doi.org/10.24412/2309-4788-2020-10517

23. Лаврикова Ю.Г., Бодрунов С.Д., Акбердина В.В., Коровин, Г.Б. (2024) Цифровая трансформация экономики: особенности индустриально развитых регионов. *Экономическое возрождение России*, 1(79), 5–24. DOI: https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-1-79-5-24

24. Веселовский М.Я., Погодина Т.В. (2019) Цифровая трансформация как фактор повышения инновационной активности региональной экономики. *Казанский экономический вестник*, 2 (40), 59–66.

REFERENCES

1. Karacharovskiy V.V. (2012) Ob effekte innovatsionnoy deyatelnosti v rossiyskoy ekonomike na makro- i mezourovne [On the effect of innovation activity in the Russian economy at the macro- and meso-levels]. *Outlines of global transformations: politics, economics, law*, 5 (6), 18–34.

2. Lavrikova Yu.G., Suvorova, A.V. (2020) Optimal Spatial Organisation of the Regional Economy: Search for Parameters and Dependencies. *Economy of Region*, 16 (4), 1017–1030. DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-1

3. Shkarupeta E.V., Babkin A.V., Peryshkin M.O. (2023) *Upravlenie tekhnopolisnym innovatsionnym razvitiem v usloviiakh tsifrovizatsii promyshlennosti dlia povysheniia ekonomicheskoi bezopasnosti regiona* [*Managing technopolis innovative development in the context of industrial digitalization to improve the economic security of the region*], Kursk: Universitetskaia kniga.

4. Sukharev O.S. (2015) Regional Economic Policy: Structural Approach and Tools (Theoretical Formulation). *Economy of Region*, 11 (2), 9–23. DOI: https://doi.org/10.17059/2015-2-1

5. Smilor R.W., Gibson D.V., Kozmetsky G. (1989) Creating the technopolis: High-technology development in Austin, Texas. *Journal of Business Venturing*, 4 (1), 49–67. https://doi.org/10.1016/0883-9026(89)90033-5

6. Nevárez J. (2008). The Reversal of Technology. *Social Information Technology: Connecting Society and Cultural Issues*. IGI Global. DOI: https://doi.org/10.4018/978-1-59904-774-4.ch003

7. Butler J., Gibson D. (2013) Research Universities in the Framework of Regional Innovation Ecosystem: The Case of Austin, Texas. *Foresight-Russia*, 7 (2), 42–57.

8. Sun M., Zhang X., Zhang X. (2022) The Impact of a Multilevel Innovation Network and Government Support on Innovation Performance – An Empirical Study of the Chengdu–Chongqing City Cluster. *Sustainability*, 14 (12), art. no. 7334. DOI: https://doi.org/10.3390/su14127334

9. Untura G.A., Kaneva M.A., Moroshkina O.N. (2020) Phenomenon of Structural-Technological Proximity and Knowledge Spillovers between Russian Regions. *Economy of region*, 16 (4), 1254-1271, DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-17

10. Stephens B., Butler J.S., Garg R., Gibson D.V. (2019) Austin, Boston, Silicon Valley, and New York: Case studies in the location choices of entrepreneurs in maintaining the technopolis. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 267–280. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.030

11. Gibson D.V., Butler J.S. (2013). Sustaining the Technopolis: The Case of Austin, Texas. *World Technopolis Review*, 2 (2), 64–81. DOI: https://dx.doi.org/10.7165/wtr2013.2.2.64

12. Baburin V.L., Zemtsov S.P. (2017) *Innovatsionnyi potentsial regionov Rossii* [*Innovative potential of Russian regions*], monograph, Moscow: KDU; Universitetskaia kniga.

13. Sun A., Wu H., Feng Z. et al. (2024) The impact of high-tech enterprise innovation network on breakthrough technology innovation performance: mediating role of intellectual capital. *Annals of Operations Research*, 337 (1), 21. DOI: https://doi.org/10.1007/s10479-023-05359-6

14. Zlobina O.V. (2021) Evolution of Intellectual Capital with Digitization. *Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*, 11 (4), 272–283.

15. Peryshkin M.O. (2021) Influence of Digitalization on Diffusion of Knowledge in Pskov Region. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 230 (4), 417–422. DOI: https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-230-4-417-422

16. Shkarupeta E.V. (2024). Determination of the role and factors of technopolis development in the economic security of the depressed regions. *MIR* (*Modernization. Innovation. Research*), 15 (2), 248–263. https://doi.org/10.18184/2079-4665.2024.15.2.248-263

17. Dolganova Ia.A., Babkin A.V. (2023) Factors for ensuring the economic security of depressed regions in the context of digital transformation. *MIR* (*Modernization. Innovation. Research*), 14 (3), 361–379. DOI: https://doi.org/10.18184/2079-4665.2023.14.3.361-379

18. Belikova K.M. (2021). Contractual networks and their Impact upon consumer well-being: legal regulation and prospects. *Law and Politics*, 8, 1–12. DOI: https://doi.org/10.7256/2454-0706.2021.8.35998

19. Gileva T.A. (2024) Assessing the level of maturity of a territory's innovation ecosystem: methodological foundations and tools. *π-Economy*, 17 (4), 53–67. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17403

20. Zhdanov D.A. (2024) Intellectual capital of the enterprise: composition and priorities. *π-Economy*, 17 (4), 139–152. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17409

21. Balog M.M., Babkin A.V. (2024) Determinants of accelerating digitalization processes in the context of ensuring the economic security of the region. *π-Economy*, 17 (3), 33–51. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17303

22. Babkin A.V. (2020) The trends and factors causing a clustering in the industry in the conditions of digital economy. *Natural-Humanitarian Studies*, 31 (5), 35–43. DOI: https://doi.org/10.24412/2309-4788-2020-10517

23. Lavrikova Y.G., Bodrunov S.D., Akberdina V.V., Korovin G.B. (2024). Digital Transformation of the Economy: Peculiarities of Industrialized Regions. *Economic Revival of Russia*, 1 (79), 5–24. DOI: https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-1-79-5-24

24. Veselovsky M., Pogodina T. (2019) Digital transformation as a factor of increase of innovative activity of regional economy. *Kazan economic vestnik*, 2 (40), 59–66.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ПЕРЫШКИН Михаил Олегович
E-mail: maik.peryshkin@gmail.com
Mikhail O. PERYSHKIN
E-mail: maik.peryshkin@gmail.com

ШКАРУПЕТА Елена Витальевна
E-mail: 9056591561@mail.ru
Elena V. SHKARUPETA
E-mail: 9056591561@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3644-4239

Поступила: 26.09.2024; Одобрена: 14.10.2024; Принята: 14.10.2024.
Submitted: 26.09.2024; Approved: 14.10.2024; Accepted: 14.10.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 132–145.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 132–145.

Цифровая трансформация логистики
Digital transformation of logistics

Научная статья
УДК 332.05
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17508

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСФОРМАЦИОННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДИНАМИКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ЛОГИСТИКИ

В.В. Щербаков[1], Г.Ю. Силкина[2] ✉, С.Ю. Шевченко[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

[2] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ galina.silkina@gmail.com

Аннотация. В современных условиях управление цифровыми трансформационными изменениями становится естественным трендом реагирования менеджмента на ускоренные темпы революционных преобразований в экономике при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0. Он проявляется наиболее выражено в высоко динамичных и инновационно активных отраслях, сферах экономической деятельности, к числу которых относится логистика, что определяет постановку цели данного исследования – оказать научно-методологическую поддержку процессам цифровой трансформации логистики посредством управления изменениями в достижении ее цифровой зрелости. Цель обеспечивается решением задач, связанных с: изучением моделей управления изменениями с перспективой их адаптации к задачам управления цифровыми трансформационными изменениями в логистике; разработкой комплексного подхода к управлению трансформационными изменениями с оценкой зрелости информационно-технологических преобразований в процессе цифровой трансформации логистики; обоснованием предложений по формированию метрик цифровой и интеллектуальной зрелости логистики в организациях. Выбор методов-подходов и методов-приемов системного анализа, модельного проектирования, логики обоснования оценок и формирования оценочных суждений подчиняется содержанию решаемых задач. Исследование выполняется аналитическим сравнением основных моделей, применяемых в управлении изменениями, и моделей управления инновациями при разграничении целевых ориентиров менеджмента на осуществление инноваций с расчетом на получение ожидаемых эффектов и на результативное внедрение инноваций с получением реальных эффектов соответственно. Новым научным результатом исследования является построение функциональной модели управления трансформационными изменениями во взаимосвязи общеэкономических и специальных функций управления с выделенной областью формирования оценочных суждений относительно качества преобразований с учетом критерия зрелости. Прикладной зрелостный контекст оценки качества представляется в разрезе инновационной динамики процесса «цифровизация – цифровая трансформация», где цифровая трансформация логистики рассматривается следствием цифровизации и предпосылкой перехода к интеллектуализации как высшей форме проявления цифровизации в условиях современных информационно-технологических реалий. Дальнейшее развитие функциональной модели видится в обеспечении ее многомерной структуры, где наряду с изменением объекта трансформации (цифровое развитие логистики) предусматривается изменение субъекта (компетентностное развитие лиц, принимающих решения о трансформации логистики) и изменение управления процессами трансформации.

Ключевые слова: модели управления изменениями, внутриорганизационная модель управления инновациями, трансформационные изменения, функциональная модель управления трансформационными изменениями в организации, цифровая трансформация, цифровая зрелость логистики

© Щербаков В.В., Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Благодарности: Авторы выражают благодарность организаторам X международной сетевой научно-практической конференции «Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0 (ИНПРОМ)» и персонально профессору Александру Васильевичу Бабкину за возможность принять участие, которое позволило сформировать более широкий взгляд на исследуемую тему в рамках профессиональных интересов каждого из нас в составе авторского коллектива единомышленников

Для цитирования: Щербаков В.В., Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю. (2024) Управление трансформационными изменениями в обеспечении динамики цифровой зрелости логистики. π-Economy, 17 (5), 132–145. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17508

Research article
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17508

MANAGING TRANSFORMATIONAL CHANGES TO ENSURE THE DYNAMICS OF LOGISTICS DIGITAL MATURITY

V.V. Shcherbakov[1], **G.Yu. Silkina**[2] ✉, **S.Yu. Shevchenko**[1]

[1] Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russian Federation;

[2] Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

✉ galina.silkina@gmail.com

Abstract. In modern conditions, managing digital transformational changes is becoming a natural trend in the management response to the accelerated pace of revolutionary changes in the economy during the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0. It manifests itself most clearly in highly dynamic and innovatively active industries and areas of economic activity, which include logistics, which determines the goal of this study – to provide scientific and methodological support for the processes of digital transformation of logistics through change management in achieving its digital maturity. The goal is achieved by solving problems related to: study of change management models with the prospect of their adaptation to the tasks of managing digital transformational changes in logistics; development of an integrated approach to managing transformational changes with an assessment of the maturity of information technology transformations in the process of digital transformation of logistics; substantiation of proposals for the formation of metrics of digital and intellectual maturity of logistics in organizations. The choice of methods-approaches and methods-techniques of system analysis, model design, logic of justification of assessments and formation of evaluative judgments is subject to the content of the tasks to be solved. The study is carried out by analytical comparison of the main models used in change management and innovation management models, when distinguishing between the target guidelines of management for the implementation of innovations with the expectation of obtaining the expected effects and for the effective implementation of innovations with the achievement of real effects, respectively. The new scientific result of the research is the construction of a functional model for managing transformational changes in the relationship between general economic and special management functions with the allocated area of forming evaluative judgments regarding the quality of transformations, taking into account the maturity criterion. The applied maturity context of quality assessment is presented in the context of the innovative dynamics of the "digitalization – digital transformation" process, where the digital transformation of logistics is considered a consequence of digitalization and a prerequisite for the transition to intellectualization as the highest form of manifestation of digitalization in the context of modern information technology realities. Further development of the functional model is seen in ensuring its multidimensional structure, where, along with changing the object of transformation (digital development of logistics), a change in the subject (competency development of decision-makers on logistics transformation) and a change in the management of transformation processes are envisaged.

© Shcherbakov V.V., Silkina G.Yu., Shevchenko S.Yu., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Keywords: change management models, intra-organizational model of innovation management, transformational changes, functional model of managing transformational changes in an organization, digital transformation, digital maturity of logistics

Acknowledgements: The authors express their gratitude to the organizers of the X International Network Scientific and Practical Conference "Intelligent Engineering Economy and Industry 5.0 (INPROM)" and personally to Professor Alexander Vasilyevich Babkin for the opportunity to participate. This allowed the authors to form a broader view of the topic under study within the framework of the professional interests of each of them as part of the authors' team of like-minded people.

Citation: Shcherbakov V.V., Silkina G.Yu., Shevchenko S.Yu. (2024) Managing transformational changes to ensure the dynamics of logistics digital maturity. π-Economy, 17 (5), 132–145. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17508

Введение

Актуальность исследования

Ускоренные темпы научно-технологического прогресса, набранные с конца XX века, и радикальные преобразования, совершаемые в рамках современной революции Индустрии 4.0, а также поддерживающей ее в развитии Индустрии 5.0, делают заметно востребованными знания из области управления изменениями. На них основывается универсальная компетенция, состоящая в умении выстраивать и координировать процесс перевода людей, команд, организаций из достигнутого текущего состояния в некое будущее состояние. В этой связи нельзя не обратить внимание на то, что переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 совершается не напрямую, а опосредованно, через формирование Общества 5.0 – процесс, в котором немалую роль обнаруживают наука и практика управления изменениями.

Литературный обзор

Сегодня в арсенале накопленных наукой средств, развивающейся с середины XX века, числится большое количество моделей управления изменениями, каждая из которых, с поправкой на глубину проработки, включает базовую концепцию, методологию, подход к достижению целей изменения путем преобразований и, будучи инструментом управления, работает на принятие и признание нового, желаемого состояния экономической системы [1]. Модели управления изменениями служат руководством для осуществления так называемых трансформационных изменений, признаком которых является преобладающее действие субъективного фактора [2, 3]. Все эти модели воплощают идеологию развития – движение в триаде: «тезис – антитезис – синтез», а исходной в их числе считается модель трансформационных изменений Курта Левина (Kurt Lewin) [4]. Разработанная применительно к организациям, она делает акцент на преодолении сопротивления изменениям, при этом подразумевает их направленность на развитие.

Многообразие моделей управления изменениями, представленных с точки зрения развития организации, упорядочивается в разрезе ключевых объектов трансформации, какими являются стратегия, технология, организационная структура, персонал. При этом последняя группа на сегодня оказывается наиболее представительной: модель ADKAR-Prosci, автор Джеффри Хаятт (Jeffrey M. Hiatt), [5] и модель Джона Коттера (John P. Kotter) [6] определяют работу руководства организации с сотрудниками – этапность/содержание и временну́ю последовательность действий соответственно; модель Уильяма Бриджеса (William Bridges) [7] делает ставку на работу с эмоциональным состоянием людей, вовлеченных в процесс трансформационных изменений; на борьбу с сопротивлениями изменениям и их первопричинами ориентирует модель Рика Мауэра (Rick Maurer) [8]; «надж-подход» (Nudge) [9, 10] ставит во главу угла метод, а именно отдает предпочтение методу убеждения и мотивации против принуждения в форме директивы и т. д.

Рассматриваемое в эволюционном ключе, созданное модельное многообразие[1] постоянно пополняется, в том числе в попытках придать работе с персоналом целенаправленное, организованное начало, отвечающее научному представлению об управлении. В содержание моделей управления изменениями, предлагаемых к пользованию руководителям высшего звена, включаются план действий, дорожная карта и другие инструментальные средства, что расширяет управленческий контент моделей, но тем не менее не позволяет считать его достаточным, а главное, комплексным для того, чтобы признать эти модели управления трансформационными изменениями подлинно управленским инструментарием. В сравнении с ними более продвинутой по части достижения комплексности можно считать четырехфазную модель цикла Деминга PDCA: Plan – планируй; Do – действуй, Check – контролируй, Act – внедряй в регулярную деятельность организации [11].

В виде научной методологии как инструмент «организационного проектирования» предлагается модель 7С, разработанная консалтинговой компанией Маккинзи (в оригинале – McKinsey 7S), с перечнем подлежащих проработке компонентов: Structure – структура организации; Strategy – стратегия и бизнес-план; Systems – системы, включая бизнес-системы и техническую инфраструктуру; Skills – способности, компетенции организации; Style – стиль высшего руководства; Staff – сотрудники и все аспекты человеческих ресурсов; Shared Values – связанные ценности, включая миссию, цели и ценности организации [12].

Цель исследования

Идеи управления изменениями инвариантны в применении. В обеспечении прогресса наука и практика в целом развиваются синхронно с точки зрения организации трансферных процессов, но неравномерно по темпам развития в отраслях экономики, когда речь идет о продвижении радикальных по новизне научных знаний и об ожидании тотальных по масштабам их применения результатов, в частности, полученных от цифровизации. Более того, неравномерными оказываются преобразования и в рамках отраслей, сфер экономической деятельности, на уровне отдельных организаций – представителей бизнеса, что можно видеть из материалов сравнительных тематических исследований, экспертных оценок и т. д. Логистика при всей своей высокой динамичности, проявленной изначально в ответ на призывы к логистизации экономики еще в период рыночных преобразований, сегодня, в процессе цифровизации, обнаруживает неоднородность в подключении к общеэкономическим трендам. Наиболее активно действуют крупные профильные организации, в то время как средние и малые бизнес-структуры со ссылкой на недостаток финансовых средств проявляют признаки консерватизма; аналогичные проблемы возникают у клиентов – пользователей логистических услуг, что затрудняет переход к наиболее адекватным современной экономике сетевым формам взаимодействий и тормозит развитие логистики как сквозной технологии цепей поставок.

В стремлении содействовать повышению результативности трансферных процессов и созданию единой организационной ИТ-среды определяется *цель данного исследования* – оказать научно-методологическую поддержку процессам цифровой трансформации логистики посредством управления изменениями в достижении ее цифровой зрелости. При постановке *исследовательских задач* приоритеты отдаются: изучению научных заделов (моделей управления изменениями) с перспективой их адаптации к задачам управления цифровыми трансформационными изменениями в логистике; разработке комплексного подхода к управлению трансформационными изменениями с оценкой зрелости информационно-технологических преобразований в процессе цифровой трансформации логистики; обоснованию предложений по формированию метрик цифровой и интеллектуальной зрелости логистики в организациях.

[1] Библиотека подходов управления изменениями – Управление изменениями (change management), управленческий консалтинг. *Качественное управление изменениями*. [online] Available at: http://ibcm.biz/библиотека-подходов-по-управлению-из-2/ [Accessed 09.06.2024]. (in Russian).

Методы и материалы

Набор применяемых методов исследования определяется содержанием поставленных задач. В работе с объективными и научными фактами используются аналитические методы-приемы обобщения, группировки, сравнения; обоснование новых научно-методологических результатов проводится с использованием методов-подходов модельного проектирования, построения оценочных систем; рекомендации методического характера строятся с применением логики обоснования оценок и формирования оценочных суждений. В исследовании используется фактографический материал, заимствованный из открытых источников информации по оценке цифровой и интеллектуальной зрелости логистики.

Результаты и обсуждение

Не умаляя значимости психологического аспекта в управлении трансформационными изменениями, основное внимание в моделях обоснования принятия управленческих решений предлагается обратить на целесообразность проведения преобразований, первенство отдать именно целевому аспекту, поскольку цель является тем самым аргументом, который формирует мотивацию и обусловливает поведение в обеспечении развития. Имея в виду развитие инновационное, выделенным классом в эволюции моделей управления изменениями следует, на наш взгляд, рассматривать внутриорганизационные модели управления инновациями (модели Роя Росвелла (Roy Rothwell) [13], Клайна–Розенберга (S.J. Kline, N. Rosenberg) [14], Фумио Кодамы (Fumio Kodama) [15]), а в их содержательной интерпретации, представляющей инновационный процесс как процесс взаимодействия новатора, организации и внешнего окружения, – модели Стивена Уилрайта (Steven C. Wheelwright) и Кима Кларка (Kim B. Clark) [16], Роберта Купера (Robert G. Cooper) [17]. Эти модели объединяет концептуальный подход, согласно которому инновация признается главным операционным ресурсом управления изменениями в организации [18].

В попытке разграничить сферы компетенции управления изменениями и управления инновациями выявляется, что управление изменениями определяет инновационную динамику. В принципиальном плане управление изменениями обосновывает целесообразность инновационной деятельности, запускает инновационный процесс в его дискретно-непрерывной форме развития; последовательную смену инноваций обеспечивают модели стратегического планирования инновационной динамики [19]. При организации инновационного процесса управление изменениями работает на формирование проектных команд [20] и мотивирует инновационную активность участников, в то время как сетевое и календарное планирование остается в компетенции управления инновациями. Линия раздела функциональных границ управления стирается при наступлении «контрольных точек» графиков работ. Мониторинг в управлении изменениями и управлении инновациями опосредуется оценкой полученных результатов. В оценке используются качественные и количественные характеристики улучшений [21], которые фиксируются и анализируются на предмет приближения к целевым ориентирам, обозначенным изначально, при планировании, с соблюдением SMART-правил, по Джорджу Дорану (George T. Doran), цель должна быть: Specific – конкретной, Measurable – измеримой, Achievable – достижимой, Relevant – значимой, Time Bound – ограниченной во времени. Оценочные суждения строятся с использованием системы критериев, показателей и методов, формирующих инструментарий оценки. Связность инструментария с целевыми ориентирами управления изменениями и управления инновациями делает необходимым акцентировать отличия в целях.

Простейшая логика побуждает к тому, чтобы целью управления изменениями определить трансформацию, однако в такой постановке цель не обнаруживает конкретики, изменения становятся самоцелью и не могут быть приняты безапелляционно, поскольку по своей природе являются деструктивными, нарушающими прежнее состояние экономической системы. Более продуктивным в решении вопроса целеполагания было бы связать цели изменений с осуществлением инноваций,

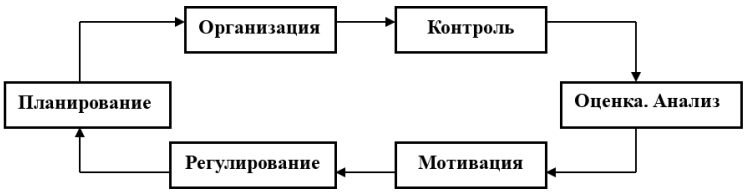
но не отождествляя их [1]. Целью инновационной деятельности является достижение улучшений в состоянии экономической системы за счет ожидаемых, обоснованных расчетами эффектов, а именно – научно-технологического эффекта, полученного при выполнении научных исследований и разработок по тематике инновационного проекта и трансформируемого в экономический, социальный и экологический эффекты при внедрении разработок с учетом приоритетов устойчивого развития. Из этого следует, что целевой ориентир в управлении инновациями имеет смысл соотнести с результативным выполнением научных исследований и разработок с поправкой на неопределенность и вероятностный характер получения ожидаемых эффектов, в то время как целью управления изменениями рассматривать результативное внедрение и получение реальных эффектов, что может быть достигнуто, в том числе за счет преодоления сил сопротивления предстоящим преобразованиям. При таком разграничении целевых ориентиров вполне обоснованным становится введение в управление изменениями оценочного критерия зрелости, который должен выявлять степень достижения целей, т. е. служить оценке качества преобразований (трансформации). В рассматриваемой нами информационно-технологической реальности – это цифровая трансформация как комплексное преобразование бизнеса, связанное с успешным переходом к новым бизнес-моделям, каналам коммуникаций с клиентами и поставщиками, продуктам, бизнес-процессам, корпоративной культуре, которые базируются на принципиально новых подходах к управлению данными с использованием цифровых технологий [22].

Изложенное позволяет представить управление изменениями в виде контура общих функций управления, замкнутость которого обеспечивает функция регулирования с ее направленностью на развитие процесса трансформационных изменений, и матрицы сопряжения общих функций управления со специальными функциями управления ресурсами, управления затратами, управления рисками и управления качеством преобразований. Значимость учета временнóго аспекта в достижении зрелости, особенно когда речь идет о цифровизации, требует того, чтобы ввести в состав специальных функций управления трансформационными изменениями функцию управления скоростью преобразований (рис.).

Предложенная функциональная модель является комплементарной в том смысле, что позволяет задействовать избирательно некоторые из отработанных моделей управления изменениями, отвечающих содержанию отдельных функций, и на этом построить общую процедуру управления. Так, например, из списка десяти основных моделей[2] при реализации плановой функции может быть использована пошаговая модель Коттера. Известная как модель каскадирования решений «сверху-вниз», она, однако, нуждается в коррекции на предмет учета движения инициатив «снизу», которое может быть организовано через мотивацию персонала с использованием модели ADKAR. И так далее. Отсутствие необходимых моделей должно быть восполнено постановкой задач – формулированием запросов на проведение научных исследований и разработок, по аналогии с тем, как это делается, в частности, в адрес организаций и лиц, заинтересованных в развитии логистики [23, 24]. В полном составе общие и специальные функции управления изменениями могут быть активированы обращением к модели цикла Деминга, в которой присутствует идеология комплексности, предусмотренная содержанием предложенной нами функциональной модели.

Функциональная модель обнаруживает свою полезность в том, что упорядочивает процедуру управления, позволяет довести ее до операций, а значит, позволяет алгоритмизировать и далее запустить механизм цифровизации и цифровой трансформации процесса управления. Цифровые управленческие инновации – это особый класс цифровых инноваций [25], применение которых в практике управления дает возможность приобщить к комплексу инструментальных средств реализации функциональной модели модель Эл Комо (Al Comeaus), позволяющую включить «второе измерение» – «изменение объекта управления» дополнить «изменением управления» [26] –

[2] 10 Proven Change Management Models in 2024. [online] Available at: https://whatfix.com/blog/10-nge-management-models/ [Accessed 08.08.2024].



Общие функции управления	Специальные функции управления				
	Управление ресурсами	Управление затратами	Управление рисками	***Управление качеством преобразований***	***Управление скоростью преобразований***
Планирование					
Организация					
Контроль					
Оценка. Анализ					
Мотивация					
Регулирование					

Рис. Функциональная модель управления изменениями
Fig. Functional model of change management

и таким образом перевести плоскостную структуру функциональной модели в структуру пространственную. Будучи последовательными в применении кибернетического подхода к построению функциональной модели, нетрудно предположить, что ее дальнейшим развитием может стать «третье измерение» – «изменение субъекта управления», чему должны служить модели профессиональной образовательной подготовки специалистов по управлению изменениями[3], в том числе в организационной ИТ-среде[4].

Видение перспектив управления трансформационными изменениями предполагает наличие пользовательского инструментария, необходимого для оценки зрелости преобразований, в случае цифровых трансформационных изменений – оценки цифровой зрелости. Оценка цифровой зрелости должна фиксировать состояние экономической системы, достигнутое в процессе цифровой трансформации, в том числе на отдельных этапах его осуществления, и служить обоснованию принятия решений. При использовании функциональной модели управления изменениями получение такой оценки становится непреложным условием обеспечения действия, которое должно позволить зафиксировать не только конечное состояние трансформируемой экономической системы, но и поэтапные результаты трансформации – уровни цифровой зрелости.

Прикладной научный контекст, заявленный в названии статьи, требует того, чтобы четко обозначить предметные рамки исследования. Управление изменениями рассматривается нами в экономических системах организаций, относящих к отрасли «Транспорт и логистика». В данной исследовательской ситуации приходится абстрагироваться от объективного факта, который свидетельствует о том, что логистика в отечественной экономике, вопреки той функции, которая отводится ей в воспроизводственном процессе, и той роли, которая возлагается на нее в современной геополитической ситуации, до сих пор не имеет официального статуса – она не признана как самостоятельный вид экономической деятельности (в ОКВЭД 2[5]) и заявляет о своем присутствии в структуре российской экономики лишь в сочетании с транспортом как комплексная услуга. По своему содержанию сегодня это услуга уровня 3PL, которая вводится в бизнес-модель

[3] Бажанова Ю. (2018) Change Manager или менеджер по управлению изменениями – кто это и зачем он нужен? *Управление проектами. РУ*. [online] Available at: https://upravlenie-proektami.ru/change-manager-ili-menedzher-po-upravleniyu-izmeneniyami-kto-eto-i-zachem-on-nuzhen?ysclid=m17slpd9vi484448643 [Accessed 04.06.2024]. (in Russian).

[4] ИТИЛЬ. Управление изменениями (2023) *Nexoid*. [online] Available at: https://www.nexoid.com/ru/itil/change_management [Accessed 04.06.2024]. (in Russian).

[5] ОКВЭД 2 – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности. *Общероссийские классификаторы*. [online] Available at: https://classifikators.ru/okved?ysclid=m17sw4nb9s915032694 [Accessed 27.06.2024]. (in Russian).

предприятий различных отраслей экономики на принципах самоорганизации логистики как сфера функциональной деятельности либо предоставляется специализированными организациями – логистическими операторами. При этом инвариантно действует правило: то, что является услугой для потребителя/клиента, для производителя становится бизнес-процессом, поскольку в силу нематериального характера логистические услуги не обладают свойством накопляемости и потребляются непосредственно в процессе их производства. Правило позволяет уяснить главное при относительной идентификации моделей управления изменениями и управления инновациями: согласно классификации инноваций Руководства Осло (Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям) в его четвертой редакции[6] инновации в логистике относятся к двум классами одновременно – инновации-«продукты» и инновации-«бизнес-процессы».

Рассматриваемые нами изменения касаются адаптации логистики к современным трендам цифровизации [27]. Вместе они задают вектор цифрового развития логистики, на котором в настоящее время наметился переход к использованию технологий искусственного интеллекта и интеллектуальной поддержке принятия решений – высшей на сегодняшней день форме обеспечения цифровой трансформации логистики [28].

Ситуационная настройка функциональной модели управления трансформационными изменениями для ее применения в логистике делает необходимым определить понятие зрелости организации в общетеоретическом смысле и прикладном, изначально – понятие цифровой зрелости, а также корреспондирующее с ним на рассматриваемом отрезке динамики понятие интеллектуальной зрелости.

Зрелость организации подразумевает ее способность (подготовленность) к работе в цифровой среде при решении актуальных, обозначенных целевыми приоритетами задач. В отечественной практике нашли применение модели зрелости организационного управления проектами (OPM3), технологической зрелости (CMMI), зрелости программной инженерии (SPICE) и ряд других[7]. Все они подразумевают управление изменениями и используют для характеристики состояния готовности, как правило, 5-уровневую градацию (табл.).

Таблица. Уровневая градация состояния процесса трансформационных изменений
Table. State level gradation of transformational changes process

Уровни зрелости (готовности)	Характеристика уровня
1.Начальный (нулевой) уровень	Сотрудники организации действуют, исходя из собственных представлений о целях работы. Действия не документируются и не регулируются. Бизнес-процессы в организации не описаны, не упорядочены и не оформлены в бизнес-модель.
2. Уровень осознания	В организации создаются внутренние стандарты, описывающие основные бизнес-процессы. В выполнении работ наступает повторяемость, обусловленная накоплением опыта.
3. Уровень управляемости	В организации стандартизируются все бизнес-процессы. Появляется внутренний свод правил, который соблюдают все сотрудники.
4. Уровень измеряемости	Вводятся количественные системы оценки эффективности бизнес-процессов и оценки работы персонала. Согласованные между собой, они являются основанием для мотивации и стимулирования сотрудников организации.
5. Уровень совершенствования	На основе анализа количественных показателей проводится корректировка (реинжиниринг) бизнес-процессов. Корректировка приобретает систематический характер.

[6] OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. [online] Available at: https://doi.org/10.1787/9789264304604-en [Accessed 24.02.2024].

[7] Что такое уровень зрелости компании и как его оценить (2020) *iTeam*. [online] Available at: https://blog.iteam.ru/chto-takoe-uroven-zrelosti-kompanii-i-kak-ego-otsenit/?ysclid=lxdbwfie39967330420 [Accessed 04.06.2024]. (in Russian).

Из таблицы следует, что вне зависимости от содержания процесса трансформационных изменений переломное значение в его развитии приобретает достижение уровня управляемости и последующий переход на уровень измеряемости, который предполагает создание и применение системы метрик. По общим правилам эта система должна быть адекватна и содержанию процесса, и объекту, относительно которого он совершается.

Цифровая зрелость имеет отношение к процессу цифровизации и фиксирует достигнутый уровень цифровой трансформации. 5-й уровень цифровой зрелости – это предельный уровень, а точнее, предельно достижимое состояние развития, которое переводит трансформационные изменения на новый содержательный уровень. В процессе цифровизации на сегодня – это уровень интеллектуальной поддержки принятия решений.

Несмотря на высокие, часто неравномерные скорости цифровизации и темпы цифрового развития экономики, затрудняющие мониторинг динамики, в науке уже накоплено большое разнообразие моделей оценки цифровой зрелости, в том числе организаций, причем как в отечественной, так и в зарубежной разработке, упорядочение которых может стать предметом самостоятельного, масштабного исследования. Вместе с тем отдельно созданные исследовательские прецеденты обнаруживают отсутствие общепринятого подхода и соответствующих стандартов. С одной стороны, это обусловливает проблемы – препятствует формированию статистики, не позволяет выполнять отраслевые и межотраслевые сравнения и т.д., но, с другой – предоставляет шанс принять участие в становлении методической базы построения оценочных суждений или как минимум выразить собственное мнение по содержанию разработанных методик. Во-первых, нам представляется продуктивным подход, при котором метрики строятся по сбалансированной системе показателей в виде проекций как разложения оценочного критерия зрелости по составляющим. Во-вторых, набор показателей будет отвечать идеологии комплексности оценки, присутствующей в модели управления изменениями. В-третьих, применяемые в наборе качественные и количественные показатели приобретут характер объективных метрик, т.е. будут обеспечиваться расчетно-аналитическими и инфографическими методами, пригодными для получения обобщенной оценки, содержательной интерпретации результатов и наглядного их представления. И, наконец, главное – созданные на основе такого подхода оценочные системы будут адаптивными к новым, более высоким уровням развития, отвечающим понятию прогресса.

Выдвинутым требованиям среди многих модельных решений в наибольшей степени соответствует, на наш взгляд, методика оценки цифровой зрелости в разработке компании Gartner, апробированная и содержательно дополненная в применении ведущей российской транспортно-логистической компанией ОАО «РЖД». Став эксплорентом в управлении цифровым развитием, о чем можно судить по действующей практике формирования и актуализации стратегических планов[8], сегодня компания признается лидером цифровой трансформации. Ежегодные оценки свидетельствуют о неуклонном повышении цифровой зрелости организации при расширении границ обоснования оценочного суждения: если с 2019 по 2022 год оценка проводилась по семи показателям, то с 2023 года и при составлении прогнозов на последующие годы количество показателей увеличилось до девяти: «цифровая стратегия», «клиентский опыт», «цифровой продукт или услуга», «инфономика», «цифровые каналы и экосистемы», «гибкость бизнес-модели», «культура инноваций», «цифровое лидерство», «цифровое рабочее место». И это, по-видимому, не предел для числа проекций, точно так же, как не может быть предела для совершенствования их содержательного наполнения метриками. Так, учитывая вышеприведенные аргументы в пользу управления скоростью цифровых преобразований в функциональной модели управления изменениями, в набор оценочных показателей цифровой зрелости, на наш

[8] Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД», утв. Советом директоров ОАО «РЖД» 25 октября 2019 г.; актуализированная «Стратегия цифровой трансформации компании до 2025 года», утв. Советом директоров ОАО «РЖД» мая 2023 г.

взгляд, имеет смысл ввести показатель «сроки внедрения цифровых технологий», подразумевая (в терминологии компании Gartner[9]) длительность периода времени с момента выхода технологии на «Плато продуктивности» Цикла зрелости технологий (Gartner Hype Cycle) до момента ее запуска в конкретной организации. В таком количественном измерении, привязанном к календарю, данный показатель может быть представлен объективным индикатором технологического лидерства организации как участника общеэкономического процесса цифровой трансформации. Предложение касается совершенствования оценки в плане перехода от качественных описаний к количественным метрикам, учитывая, что действующая процедура основывается на экспертных методах – опросе сотрудников и оценке показателей по пятибалльной шкале с вычислением средних значений и последующим агрегированием. Выполненная по годам оценка формирует общую картину динамики цифровой зрелости организации. Для ОАО «РЖД» она описывается числовым рядом балльных значений, составленным по фактическим и прогнозным данным [29]:

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2,76	3,58	3,94	3,95	4,00	4,05	4,10	4,50

В целом динамика демонстрирует рост в направлении достижения предела цифровой зрелости уже в ближайшей перспективе, сопряженной с ускоренным развитием технологий искусственного интеллекта. А это означает, что на повестку дня выходит требование адаптации оценочной системы к новым условиям управления трансформационными изменениями в организации, суть которых определяет освоение практики интеллектуальной поддержки принятия решений в многообразии форм, сопряженных с постановкой задач развития транспортно-логистической компании. В реализации его следует оперировать понятием интеллектуальной зрелости.

Понятия цифровой зрелости и интеллектуальной зрелости соотносятся между собой как общее и частное. И потому вопрос учета предметно-технологической специфики логистики как основного в сочетании с транспортом вида экономической деятельности здесь, в оценке интеллектуальной зрелости, как и в оценке цифровой зрелости, должен решаться с позиций стратегического выбора ключевых для транспортно-логистической компании технологий. В осуществлении его в качестве инструмента можно руководствоваться Радаром логистических трендов[10]. Общее правило пользования строится на том, что при оценке цифровой зрелости в расчет принимаются технологии для коммуникации, организации продаж транспортно-логистических услуг и управления бизнес-процессами; основной упор делается на применение цифровых решений, вовлечение цифровых продуктов в деятельность компании и на том, какие данные для этого аккумулируются. При оценке интеллектуальной зрелости приоритеты смещаются в сторону изучения собранных данных, поскольку именно они становятся предпосылкой для внедрения технологий искусственного интеллекта.

Построение оценочных суждений относительно интеллектуальной зрелости логистики представляется возможным выполнить двояко. Первый вариант – использовать проекции сбалансированной системы показателей, задействованные в оценке цифровой зрелости, т.е. обеспечить преемственность, учитывая, что интеллектуализация есть высший на сегодня уровень цифрового развития. Достоинство этого приема состоит в возможности расширить аналитику, продолжив числовой ряд оценок зрелости логистики с выходом за рамки 5-балльного значения. В стремлении быть последовательными в данном варианте можно рекомендовать обратиться к соответствующим

[9] Gartner Hype Cycle. Interpreting technology hype. *Gartner*. [online] Available at: https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle [Accessed 26.08.2024].
[10] The DHL Logistics Trend Radar 7.0 [online] Available at: https://www.dhl.com/discover/en-global/news-and-insights/reports-and-press-releases/logistics-trend-radar-2024 [Accessed 17.08.2024].

разработкам компании Gartner[11]. Второй вариант, более прогрессивный, – предложить новые проекции и набор метрик, исходя из того, что интеллектуализация – это уровень перехода экономической системы в качественно новое состояние с перспективой ее интеллектуальной трансформации, т.е. учесть, что линию причинно-следственных изменений «цифровизация – цифровая трансформация» сменяет линия «интеллектуализация – интеллектуальная трансформация». В логистике управление изменениями наиболее зримо проявляется в отношении основного управляемого объекта, каким является цепь поставок. Интеллектуальная зрелость логистики подлежит оценке в процессе преобразования традиционных цепей поставок в их цифровом решении в интеллектуальные, способные функционировать при ограниченном вмешательстве человека, приобретая свойства самоорганизации, самоуправления, самообучения и самосовершенствования.

Заключение

Выполненное исследование служит формированию научной методологии построения оценочных суждений о результативности управляемых процессов цифровой трансформации с учетом их эволюционного характера. Разработки представлены теоретическими положениями об управлении трансформационными изменениями, развитыми до методических рекомендаций по оценке цифровой зрелости организаций сферы логистики, при обосновании которых:

1) определена специфика управления трансформационными изменениями в одноименном классе моделей, выделенных среди моделей управления инновациями по признаку целевой ориентации на внедрение результатов исследований и разработок с получением эффектов устойчивого развития;

2) предложена функциональная модель управления трансформационными изменениями в организации, построенная на сопряжении общих и специальных функций управления, обосновывающая введение критерия зрелости цифровой трансформации для оценки качества преобразований в процессах цифрового развития;

3) сформулированы требования в обеспечении комплексного подхода к оценке цифровой зрелости по правилам построения сбалансированной системы показателей с прецедентами формирования объективных оценочных метрик универсального и отраслевого применения в логистике, выраженные в рекомендациях в адрес организаций по опыту ОАО «РЖД».

В целом полученные результаты общенаучного и прикладного содержания работают на создание системы управления трансформационными изменениями в логистике, адаптивной к условиям прогресса – движения от цифровой трансформации к интеллектуальной.

Направления дальнейших исследований

Перспективы дальнейшего развития исследования связываются с развитием функциональной модели управления трансформационными изменениями в направлении обеспечения ее многомерной структуры, предусматривающей наряду с изменением объекта трансформации (цифровое развитие логистики) изменение субъекта (компетентностное развитие лиц, принимающих решения относительно трансформации логистики) и изменение управления процессами трансформации. Реализация этого подхода обеспечивает выход на создание систем управления трансформационными изменениями в организациях и предполагает разработку режима мониторинга их функционирования, где запуск функции регулирования трансформаций обеспечивает функция оценки и анализа зрелости. При этом превентивным условием действия системы становится комплексная методическая проработка оценочной составляющей системы.

[11] The Path to AI Maturity 2023 (2022) *LXT*. [online] Available at: https://www.lxt.ai/path-ai-maturity-2023/#ai-data-trends [Accessed 30.08.2024].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dawson P., Andriopoulos C. (2017) *Managing Change, Creativity and Innovation*, LA, London, New Delhi, Singapore, Washington DC, Melbourne: SAGE Publications Ltd.

2. Hayes J. (2018) *The Theory and Practice of Change Management*, 5th ed., UK: Red Globe Press.

3. Marcus L.J., McNulty E.J., Henderson J.M., Dorn B.C. (2021) *You're It: Crisis, Change, and How to Lead When It Matters Most*, NY: PublicAffairs.

4. Lewin K. (1947) Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations*, 1 (1), 5–41. DOI: https://doi.org/10.1177/001872674700100103

5. Hiatt J.M. (2006) *ADKAR: A Model for Change in Business, Government and Our Community*, USA: Prosci Research.

6. Kotter J.P. (1995) Leading change: Why Transformation Efforts Fail. *Harvard Business Review*, 73, 59–67.

7. Bridges S., Bridges W. (2017) *Managing Transitions* (*25th anniversary ed.*)*: Making the Most of Change*, Boston: Da Capo Lifelong Books.

8. Maurer R. (2010) *Beyond the Wall of Resistance (Revised ed.): Why 70% of Changes Still Fail – and What To Do About It*, USA: Bard Press.

9. Талер Р., Санстейн К. (2017) *Nudge. Архитектура выбора: Как улучшить наши решения о здоровье, благосостоянии и счастье*, М.: Манн, Иванов и Фербер.

10. Vese D. (2022) Nudge: The Final Edition edited by Richard H Thaler Cass R Sunstein, London: Allen Lane, Penguin, 2021, edition Final, xiv + 366 pp. *European Journal of Risk Regulation*, 13 (2), 350–355. DOI: https://doi.org/10.1017/err.2021.61

11. Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. (2016) Цикл PDCA Деминга. Современное развитие. *Проблемы экономики и менеджмента*, 2 (54), 3–28.

12. Waterman Jr. R.H., Peters T.J., Phillips J.R. (1980) Structure is not organization. *Business Horizons*, 23 (3), 14–26. DOI: https://doi.org/10.1016/0007-6813(80)90027-0

13. Rothwell R. (1994) Towards the Fifth-generation Innovation Process, *International Marketing Review*, 11 (1), 7–31. DOI: https://doi.org/10.1108/02651339410057491

14. Kline S.J., Rosenberg N. (1986) An overview of innovation. In: *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (eds. R. Landau, N. Rosenberg). Washington, DC: National Academies Press, 275–305. DOI: https://doi.org/10.17226/612

15. Kodama F. (1995) *Emerging Patterns of Innovation: Sources of Japan's Technological Edge*, USA: Harvard Business School.

16. Wheelwright S.C., Clark K.B. (1992) *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality*, NY: Free Press, A Division of Simon and Schuster Inc.

17. Cooper R.G. (2001) *Winning at New Products. Accelerating the Process from Idea to Launch*, Cambridge, MA: Perseus Publishing.

18. Резник С.Д. (2023) *Управление изменениями в современных компаниях*, монография, М.: ООО «НИЦ ИНФРА-М». DOI: https://doi.org/10.12737/monography_5a71e5ebd736f4.63619195

19. Силкина Г.Ю. (2000) *Модели стратегического планирования динамики инновационных процессов*, Н. Новгород: Нижегородск. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева.

20. Демьяненко В. (2016) *Особенности управления изменениями в России*, [б. м.]: Издательские решения. [online] Available at: http://ibcm.biz/wp-content/uploads/2016/06/Текст-Особенности-управления-изменениями-в-России.pdf?ysclid=lxd6yr2si0623338623 [Accessed 03.06.2024]. (in Russian).

21. Силкина Г.Ю., Богословская Н.М., Харитонова И.Ю. (2013) Математические аспекты теории измерений в экономике. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*, 1 (1), 140–147.

22. Малюк А.А., Гавдан Г.П. (2019) Формирование и использование национальных информационных ресурсов – основа развития цифровой экономики. *Безопасность информационных технологий*, 26 (2), 67–85. DOI: http://dx.doi.org/10.26583/bit.2019.2.05

23. Щербаков В.В., Шульженко Т.Г. (2023) Формирование направлений и перспективной тематики научных исследований по логистике. *Логистика и управление цепями поставок: сб. науч. трудов*, 7 (20), 6–14.

24. Шульженко Т.Г. (2020) Актуализация направлений исследований в логистике в контексте современных трендов развития экономики. *Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика: материалы I Национальной научно-образовательной конференции*, 25–33.

25. Силкина Г.Ю., Шабан А.П. (2023) Цифровые инновации: сущностные характеристики и особенности. *π-Economy*, 16 (5), 51–62. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.16504

26. Comeaus A. (2020) *Change* (*the*) *Management: Why We as Leaders Must Change for the Change to Last*, USA: Lioncrest Publishing.

27. Силкина Г.Ю., Щербаков В.В. (2019) *Современные тренды цифровизации логистики*, СПб.: Политех-Пресс.

28. Силкина Г.Ю., Щербаков В.В. (2024) *Инновационная динамика логистики: от цифровых преобразований к интеллектуальным решениям*, СПб.: Политех-Пресс.

29. В океане данных (2024) *Вестник цифровой трансформации РЖД*, 1, 24–31.

REFERENCES

1. Dawson P., Andriopoulos C. (2017) *Managing Change, Creativity and Innovation*, LA, London, New Delhi, Singapore, Washington DC, Melbourne: SAGE Publications Ltd.

2. Hayes J. (2018) *The Theory and Practice of Change Management*, 5th ed., UK: Red Globe Press.

3. Marcus L.J., McNulty E.J., Henderson J.M., Dorn B.C. (2021) *You're It: Crisis, Change, and How to Lead When It Matters Most*, NY: PublicAffairs.

4. Lewin K. (1947) Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations*, 1 (1), 5–41. DOI: https://doi.org/10.1177/001872674700100103

5. Hiatt J.M. (2006) ADKAR: *A Model for Change in Business, Government and Our Community*, USA: Prosci Research.

6. Kotter J.P. (1995) Leading change: Why Transformation Efforts Fail. *Harvard Business Review*, 73, 59–67.

7. Bridges S., Bridges W. (2017) *Managing Transitions* (*25th anniversary ed.*): *Making the Most of Change*, Boston: Da Capo Lifelong Books.

8. Maurer R. (2010) *Beyond the Wall of Resistance* (*Revised ed.*): *Why 70% of Changes Still Fail – and What To Do About It*, USA: Bard Press.

9. Thaler R.H., Sunstein C.R. (2009) *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. London: Penguin Books.

10. Vese D. (2022) Nudge: The Final Edition edited by Richard H Thaler Cass R Sunstein, London: Allen Lane, Penguin, 2021, edition Final, xiv + 366 pp. *European Journal of Risk Regulation*, 13 (2), 350–355. DOI: https://doi.org/10.1017/err.2021.61

11. Zhemchugov A.M., Zhemchugov M.K. (2016) PDCA Cycle Deming. Current Development. *Problemy ekonomiki i menedzhmenta* [*Problems of economics and management*], 2 (54), 3–28.

12. Waterman Jr. R.H., Peters T.J., Phillips J.R. (1980) Structure is not organization. *Business Horizons*, 23 (3), 14–26. DOI: https://doi.org/10.1016/0007-6813(80)90027-0

13. Rothwell R. (1994) Towards the Fifth-generation Innovation Process, *International Marketing Review*, 11 (1), 7–31. DOI: https://doi.org/10.1108/02651339410057491

14. Kline S.J., Rosenberg N. (1986) An overview of innovation. In: *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (eds. R. Landau, N. Rosenberg). Washington, DC: National Academies Press, 275–305. DOI: https://doi.org/10.17226/612

15. Kodama F. (1995) *Emerging Patterns of Innovation: Sources of Japan's Technological Edge*, USA: Harvard Business School.

16. Wheelwright S.C., Clark K.B. (1992) *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality*, NY: Free Press, A Division of Simon and Schuster Inc.

17. Cooper R.G. (2001) *Winning at New Products. Accelerating the Process from Idea to Launch*, Cambridge, MA: Perseus Publishing.

18. Reznik S. (2023) *Change Management in Modern Companies*, monograph, Moscow: INFRA-M Academic Publishing LLC. DOI: https://doi.org/10.12737/monography_5a71e5ebd736f4.63619195

19. Silkina G.Yu. (2000) *Modeli strategicheskogo planirovaniia dinamiki innovatsionnykh protsessov* [*Models of strategic planning of the dynamics of innovation processes*]. Nizhniy Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alexeyev.

20. Dem'ianenko V. (2016) *Osobennosti upravleniia izmeneniiami v Rossii* [*Peculiarities of change management in Russia*], [b. m.]: Izdatel'skie resheniia. [online] Available at: http://ibcm.biz/wp-content/uploads/2016/06/Текст-Особенности-управления-изменениями-в-России.pdf?ysclid=lxd6yr2si0623338623 [Accessed 03.06.2024]. (in Russian).

21. Silkina G.Yu., Bogoslovskaya N.M., Haritonova I.Yu. (2013) Mathematical Aspects of the Theory of Measurements in Economy. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 1 (1), 140–147.

22. Malyuk A.A., Gavdan G.P. Development and use of national information resources as the basis for digital economy development. *IT Security* (*Russia*), 26 (2), 67–85. DOI: http://dx.doi.org/10.26583/bit.2019.2.05

23. Shcherbakov V.V., Shul'zhenko T.G. (2023) Formirovanie napravlenii i perspektivnoi tematiki nauchnykh issledovanii po logistike [Formation of directions and promising topics of scientific research in logistics]. *Logistika i upravlenie tsepiami postavok* [*Logistics and Supply Chain Management*], 7 (20), 6–14.

24. Shulzhenko T.G. (2020) Updating research areas in logistics in the context of modern trends in economic development. *Logistics: foresight research, profession, practice*, 25–33.

25. Silkina G.Yu., Shaban A.P. (2023) Digital innovation: essential characteristics and features. *π-Economy*, 16 (5), 51–62. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.16504

26. Comeaus A. (2020) *Change* (*the*) *Management: Why We as Leaders Must Change for the Change to Last*, USA: Lioncrest Publishing.

27. Silkina G.Yu., Shcherbakov V.V. (2019) *Sovremennye trendy tsifrovizatsii logistiki* [*Modern trends in logistics digitalization*], St. Petersburg: Politekh-Press.

28. Silkina G.Yu., Shcherbakov V.V. (2024) *Innovatsionnaia dinamika logistiki: ot tsifrovykh preobrazovanii k intellektual'nym resheniiam* [*Innovative dynamics in logistics: from digital transformation to intelligent solution*s]. St. Petersburg: Politekh-Press.

29. V okeane dannykh [In the ocean of data] (2024) *Vestnik tsifrovoi transformatsii RZHD* [*Bulletin of digital transformation of Russian Railways*], 1, 24–31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ЩЕРБАКОВ Владимир Васильевич
E-mail: dept.kkl@unecon.ru
Vladimir V. SHCHERBAKOV
E-mail: dept.kkl@unecon.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6512-6216

СИЛКИНА Галина Юрьевна
E-mail: galina.silkina@gmail.com
Galina Yu. SILKINA
E-mail: galina.silkina@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0198-557X

ШЕВЧЕНКО Светлана Юрьевна
E-mail: shefainn@yandex.ru
Svetlana Yu. SHEVCHENKO
E-mail: shefainn@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4412-203X

Поступила: 24.09.2024; Одобрена: 07.10.2024; Принята: 07.10.2024.
Submitted: 24.09.2024; Approved: 07.10.2024; Accepted: 07.10.2024.

π-Economy. 2024, Том 17, № 5. С. 146–150.
π-Economy. 2024, Vol. 17, No. 5. Pp. 146–150.

Рецензии
Reviews

Рецензия
УДК 330
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17509

РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ П.М. ПЕТРОВОЙ «СТРАТЕГИРОВАНИЕ РЫНКА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ РЕГИОНА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЙ ПЕРИОД» (МОСКВА, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, 2024)

А.В. Бабкин ✉

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ al-vas@mail.ru

Аннотация. Одной из важнейших целей процесса стратегирования социально-экономического развития субъектов национальной экономики является повышение качества жизни человека, которое оценивается различными показателями, в том числе и показателем доступности жилья. Данный показатель является важнейшим индикатором социально-экономического благополучия населения страны и ее регионов. В условиях изменения данного показателя в регионе может изменяться социальная среда, что влияет как на эмоциональное состояние населения, так и на материальное. При этом изменения в сфере жилой недвижимости оказывают воздействие и на устойчивость развития всей региональной экономической системы. Исследованию данных процессов и выявлению стратегических приоритетов развития регионального рынка жилой недвижимости в условиях чрезвычайной рыночной конъюнктуры посвящена представленная к рецензированию монография П.М. Петровой.

Ключевые слова: методология стратегирования, качество жизни человека, региональный рынок жилой недвижимости, стратегические приоритеты развития, чрезвычайный период

Для цитирования: Бабкин А.В. (2024) Рецензия на монографию П.М. Петровой «Стратегирование рынка жилой недвижимости региона в чрезвычайный период» (Москва, Санкт-Петербург, 2024). π-Economy, 17 (5), 146–150. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17509

© Бабкин А.В., 2024. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Review
DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17509

REVIEW OF THE MONOGRAPH "STRATEGIZING OF THE REGIONAL REAL ESTATE MARKET IN THE CONTINGENCY PERIOD" BY P.M. PETROVA (MOSCOW, ST. PETERSBURG, 2024)

A.V. Babkin ✉

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation

✉ al-vas@mail.ru

Abstract. One of the most important goals of the process of strategizing the socio-economic development of national economy entities is to improve the quality of human life, which is assessed by various indicators, including the housing affordability indicator. This indicator is the most important indicator of the socio-economic well-being of the population of the country and its regions. In the conditions of changes in this indicator, the social environment in the region may change, which affects both the emotional state of the population and the material one. At the same time, changes in the sphere of residential real estate also affect the sustainability of the development of the entire regional economic system. The monograph by P.M. Petrova, submitted for review, is devoted to the study of these processes and the identification of strategic priorities for the development of the regional residential real estate market in the conditions of extraordinary market conditions.

Keywords: methodology of strategizing, quality of human life, regional residential real estate market, strategic development priorities, contingency period

Citation: Babkin A.V. (2024) Review of the monograph «Strategizing of the regional real estate market in the contingency period» by P.M. Petrova (Moscow, St. Petersburg, 2024). π-Economy, 17 (5), 146–150. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.17509

© Babkin A.V., 2024. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

- **ISBN**: 978-5-89781-791-7
- **Объем:** 240 с.
- **Тираж:** 150 экз.
- **Дата публикации:** 2024 г.
- **Издатель:** Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
- **DOI:** 10.55959/978-5-89781-791-7
- **Книга в РИНЦ:** https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=abcpum

Глобальные экономические процессы демонстрируют множество примеров неэффективного управления таким стратегически важным элементом социально-экономической системы региона, как рынок жилой недвижимости. Представленная к рецензированию монография «Стратегирование рынка жилой недвижимости региона в чрезвычайный период» П.М. Петровой посвящена обоснованию стратегических приоритетов, которые позволяют создать условия для противодействия негативным эффектам, вызываемым чрезвычайными экономическими периодами на рынке жилья. Начиная с 2020 г. национальная и региональные экономики России и их подсистемы фактически вошли в чрезвычайный период, истоками которого стали различные экономические и внеэкономические факторы. Их динамика вызывает существенные трансформации сложившихся национальной и региональных социально-экономических систем. Углубляющаяся неопределенность придает особое значение формированию долгосрочного видения траектории развития объекта исследования, напрямую влияющего на качество жизни человека.

В монографии, разработанной на основе научных трудов академиков А.А. Акаева, В.Л. Квинта, В.Л. Макарова, П.А. Минакира, А.Д. Некипелова, Н.Н. Некрасова и др., предложен авторский подход к процессу стратегирования рынка жилой недвижимости как элемента региональной социально-экономической системы в чрезвычайный период. Исследование основано на теоретико-методологических результатах школы стратегирования, функционирующей под руководством В.Л. Квинта, д. э. н., проф., иностранного члена РАН.

В первой главе монографии исследуется значение рынка жилья, с одной стороны, для повышения качества и уровня жизни населения, а с другой (учитывая тот факт, что жилищные объекты – одна из ключевых частей основных фондов), – для устойчивого развития экономики региона ввиду его мультипликативного воздействия на экономическую систему рассматриваемой территории. Предлагаемое определение рынка жилой недвижимости, сформулированное на основе изучения трудов ведущих ученых, теоретиков и практиков изучаемой сферы, позволяет выявить стратегические интересы его ключевых агентов, что, в свою очередь, повышает эффективность реализации региональных стратегий. Также формируется определение исследуемого чрезвычайного экономического периода, которое учитывает воздействие как на качество жизни человека, так и на экономическую систему региона. Автор выделяет три этапа рассматриваемой стратегической угрозы, характеризующие социально-экономические процессы, которые наблюдались на аналогичных рынках крупных городов Китая. Кроме того, исследуется зарубежный опыт противодействия изучаемому чрезвычайному периоду на примере Китая и США. В данной главе также предлагается метод определения социально-экономических показателей, воздействующих на формирование исследуемого чрезвычайного экономического периода. Данный метод позволяет осуществить научно обоснованное управление региональным рынком жилой недвижимости и применяется в работе на основе статистических данных Москвы. Адаптируемость метода под специфические характеристики различных объектов, в том числе регионов России, обуславливает его уникальность. Итогом теоретического исследования является обозначение методологических аспектов стратегирования регионального рынка жилой недвижимости в изучаемый чрезвычайный период. Предлагаемый подход содержит девять элементов, последовательная и полная реализация которых позволит обеспечить стратегическое развитие рынка жилья Москвы в условиях исследуемой чрезвычайной конъюнктуры.

Обязательным фактором последовательного развития рынка жилья рассматриваемого региона является поиск возможностей для всех его ключевых агентов, который основывается на анализе мирового опыта противодействия исследуемому чрезвычайному периоду, а также глобальных, национальных и региональных трендов, изучаемых во второй главе монографии. В данной главе применяется предложенный метод определения социально-экономических показателей, воздействующих на формирование чрезвычайного периода на рынке жилья Москвы. По результатам данного анализа формируются рекомендации в сфере управления исследуемым рынком.

В третьей главе монографического исследования формируются основные элементы концепции стратегии развития рынка жилья Москвы в чрезвычайный период. На основе выявленных ранее возможностей обозначаются стратегические приоритеты развития объекта исследования, реализация которых позволит обеспечить его устойчивую и последовательную адаптацию к новой нормальности. Также на основе мирового опыта и с учетом региональной специфики предлагаются инструменты обеспечения устойчивости реализации формируемой стратегии.

Таким образом, существует необходимость исследования характеристик региональных социально-экономических систем в условиях возникновения чрезвычайных экономических периодов с точки зрения поиска эффективных методов и инструментов противодействия им, а также, в конечном счете, поддержки стратегического развития составляющих рассматриваемые системы элементов.

Монография представляет теоретический и практический интерес для руководителей, сотрудников муниципальных и хозяйственных структур, которые принимают участие в разработке и реализации социально-экономических стратегий развития регионов, а также для научных работников, теоретиков и практиков стратегирования, преподавателей, аспирантов и студентов экономических специальностей.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

БАБКИН Александр Васильевич
E-mail: al-vas@mail.ru
Aleksandr V. BABKIN
E-mail: al-vas@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6532-3826

Поступила: 30.09.2024; Одобрена: 21.10.2024; Принята: 22.10.2024.
Submitted: 30.09.2024; Approved: 21.10.2024; Accepted: 22.10.2024.