

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 12(162) 2024

Главный редактор

Тарандо Е.Е.

Редакционная коллегия:

Воронкова Ольга Васильевна
Атабекова Анастасия Анатольевна
Омар Ларук
Левшина Виолетта Витальевна
Малинина Татьяна Борисовна
Беднаржевский Сергей Станиславович
Надточий Игорь Олегович
Снежко Вера Леонидовна
У Сунцзе
Ду Кунь
Тарандо Елена Евгеньевна
Пухаренко Юрий Владимирович
Курочкина Анна Александровна
Гузикова Людмила Александровна
Даукаев Арун Абалханович
Тютюнник Вячеслав Михайлович
Дривотин Олег Игоревич
Запивалов Николай Петрович
Пеньков Виктор Борисович
Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич
Даниловский Алексей Глебович
Иванченко Александр Андреевич
Шадрин Александр Борисович

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

МАШИНОСТРОЕНИЕ:

- Роботы, мехатроника и робототехнические системы
- Технология машиностроения
- Методы и приборы контроля и диагностики материалов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование и численные методы

- Информационная безопасность

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства
- Математические, статистические и инструментальные методы в экономике
- Региональная и отраслевая экономика
- Финансы
- Менеджмент

Москва 2024

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Журнал

«Наука и бизнес: пути развития»
выходит 12 раз в год.

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и
охране культурного наследия
(Свидетельство ПИ № ФС77-44212).

Учредитель

МОО «Фонд развития науки и
культуры»

Журнал «Наука и бизнес: пути
развития» входит в перечень ВАК
ведущих рецензируемых научных
журналов и изданий, в которых
должны быть опубликованы
основные научные результаты
диссертации на соискание ученой
степени доктора и кандидата наук.

Главный редактор

Е.Е. Тарандо

Выпускающий редактор

В.С. Солодова

Редактор иностранного
перевода

Н.А. Гунина

Инженер по компьютерному
макетированию

В.С. Солодова

Адрес редакции:

г. Москва, ул. Малая Переяславская,
д. 10, к. 26

Телефон:

89156788844

E-mail:

nauka-bisnes@mail.ru

На сайте

<http://globaljournals.ru>

размещена полнотекстовая
версия журнала.

Информация об опубликованных
статьях регулярно предоставляется
в систему Российского индекса
научного цитирования
(договор № 2011/30-02).

Перепечатка статей возможна только
с разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда
совпадает с мнением авторов.

Экспертный совет журнала

Тарандо Елена Евгеньевна – д.э.н., профессор кафедры экономической социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

Воронкова Ольга Васильевна – д.э.н., профессор, председатель редколлегии, академик РАЕН, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(981)972-09-93; E-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Атабекова Анастасия Анатольевна – д.ф.н., профессор, заведующая кафедрой иностранных языков юридического факультета Российского университета дружбы народов; тел.: 8(495)434-27-12; E-mail: aaatabekova@gmail.com.

Омар Ларук – д.ф.н., доцент Национальной школы информатики и библиотек Университета Лиона; тел.: 8(912)789-00-32; E-mail: omar.larouk@enssib.fr.

Левшина Виолетта Витальевна – д.т.н., профессор кафедры управления качеством и математических методов экономики Сибирского государственного технологического университета; 8(3912)68-00-23; E-mail: violetta@sibstu.krasnoyarsk.ru.

Малинина Татьяна Борисовна – д.социол.н., профессор кафедры социального анализа и математических методов в социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(921)937-58-91; E-mail: tatianna_malinina@mail.ru.

Беднаржевский Сергей Станиславович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного университета, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, академик РАЕН и Международной энергетической академии; тел.: 8(3462)762-812; E-mail: sbed@mail.ru.

Надточий Игорь Олегович – д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой философии Воронежской государственной лесотехнической академии; тел.: 8(4732)53-70-708, 8(4732)35-22-63; E-mail: inad@yandex.ru.

Снежко Вера Леонидовна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов Российского государственного аграрного университета – Московкой сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; тел.: 8(495)153-97-66, 8(495)153-97-57; E-mail: VL_Snejko@mail.ru.

У Сунцзе (Wu Songjie) – к.э.н., преподаватель Шаньдунского педагогического университета (г. Шаньдун, Китай); тел.: +86(130)21-69-61-01; E-mail: qdwcung@hotmail.com.

Ду Кунь (Du Kun) – к.э.н., доцент кафедры управления и развития сельского хозяйства Института кооперации Циндаоского аграрного университета (г. Циндао, Китай); тел.: 89606671587; E-mail: tambovdu@hotmail.com.

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Пухаренко Юрий Владимирович – д.т.н., член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов и метрологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета; тел.: 89213245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru.

Курочкина Анна Александровна – д.э.н., профессор, член-корреспондент Международной академии наук Высшей школы, заведующая кафедрой экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета; тел.: 89219500847; E-mail: kurochkinaanna@yandex.ru.

Морозова Марина Александровна – д.э.н., профессор, директор Центра цифровой экономики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург; тел.: 89119555225; E-mail: marina@russiatourism.pro.

Гузикова Людмила Александровна – д.э.н., профессор Высшей школы государственного и финансового управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(911)814-24-77; E-mail: guzikova@mail.ru.

Даукаев Арун Абалханович – д.г.-м.н., заведующий лабораторией геологии и минерального сырья Комплексного научно-исследовательского института имени Х.И. Ибрагимова РАН, профессор кафедры физической географии и ландшафтоведения Чеченского государственного университета, г. Грозный (Чеченская Республика); тел.: 89287828940; E-mail: daykaev@mail.ru.

Тютюнник Вячеслав Михайлович – к.х.н., д.т.н., профессор, директор Тамбовского филиала Московского государственного университета культуры и искусств, президент Международного Информационного Нобелевского Центра, академик РАЕН; тел.: 8(4752)50-46-00; E-mail: vmt@imb.ru.

Дривотин Олег Игоревич – д.ф.-м.н., профессор кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)428-47-29; E-mail: drivotin@yandex.ru.

Запывалов Николай Петрович – д.г.-м.н., профессор, академик РАЕН, заслуженный геолог СССР, главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; тел.: +7(383)333-28-95; E-mail: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru.

Пеньков Виктор Борисович – д.ф.-м.н., профессор кафедры математических методов в экономике Липецкого государственного педагогического университета, г. Липецк; тел.: 89202403619; E-mail: vbpenkov@mail.ru.

Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич – д.ф.-м.н., профессор, ректор Костанайского социально-технического университета имени академика Зулкарнай Алдамжар, г. Костанай (Республика Казахстан); E-mail: pkkstu@mail.ru.

Даниловский Алексей Глебович – д.т.н., профессор кафедры судовых энергетических установок, систем и оборудования Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)714-29-49; E-mail: agdanilovskij@mail.ru.

Иванченко Александр Андреевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)321-37-34; E-mail: IvanchenkoAA@gumrf.ru.

Шадрин Александр Борисович – д.т.н., профессор кафедры двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: 321-37-34; E-mail: abshadrin@yandex.ru.

Содержание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Математическое моделирование и численные методы

- Артюшин В.О., Дерезгузов К.Ю., Орешникова Л.А., Калашникова В.Н.** Выявление семантических структур в текстовых корпусах с использованием машинного обучения 10
- Зайцева И.В., Захарова Н.И., Захаров В.В., Литовка Н.И.** Моделирование антагонистического взаимодействия экономических объектов с неполной информацией 14
- Илларионов С.А., Грахольская Л.В., Мантуров А.О.** Исследование возможностей моделирования в социально-экономическом развитии территорий 19
- Низамеев В.Г., Башаров Ф.Ф.** Оценка несущей способности прогона скатной крыши из тонкостенных холодногнутых профилей с учетом специфики их напряженно деформированного состояния 25
- Низамеев В.Г., Башаров Ф.Ф., Михалаш Д.М.** Численные исследования напряженно-деформированного состояния прогонов из стального тонкостенного холодногнутого профиля 31
- Пензин А.О., Обухов А.Г.** Подходы к моделированию эффективных систем защиты информации в высших учебных заведениях 37
- Рудой Е.М.** Разработка и оценка нового подхода к модульному тестированию платежных систем на базе JUnit и Mockito 43
- Скворцова Д.А., Швайко Б.А., Романов Н.О., Филин Н.А.** Анализ коэффициентов корреляции показателей целей устойчивого развития 48

Информационная безопасность

- Белецкий С.А., Шишов В.Д., Шукенбаев А.Б.** Разработка системы с разграничением уровня доступа в соответствии с моделями безопасности Белла – Лападулы или Харрисона – Руззо – Ульмана 52
- Георгиевский А.Д., Черемухина Ю.Ю.** Определения уровня зрелости процессов в системе менеджмента информационной безопасности 56
- Ли Луньбинь, Ван Шиьин, Тэн Хайкунь** Исследование технологии защиты медицинских данных и обмена ими на основе блокчейна 60
- Чмелев А.А., Воронкова О.В.** Внедрение механизмов SRTP и DTLS для обеспечения безопасности видеостриминговых приложений на основе WebRTC 65

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

Окромелидзе В.Г., Юсупов А.Н., Серикова Е.А. Алгоритм адаптивного управления роботизированным захватным устройством..... 72

Технология машиностроения

Малявин Е.А., Смоленцев В.П., Цымбал Т.В., Поддубных И.Ю. Метод изготовления и разделения сборочных элементов с гибким металлическим корпусом..... 80

Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

Родионов А.И., Калинин А.П., Родионов И.Д., Скворцов В.Э. Подбор катодолуминофора с максимальной интенсивностью рентгеновского излучения для лабораторного источника импульсного рентгеновского излучения при напряжении на аноде трубки 20–25 кв 84

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Борисов В.В., Черемухина Ю.Ю. Оценка рисков конфигураций управления переданным процессом в ракетно-космической отрасли 92

Галимов Ф.М., Галимов Б.Ф. Обеспечение качества испытаний в лабораториях на основе риск-менеджмента 101

Иванов Е.В., Туманов А.Ю. Методы улучшения качества производственных процессов при переходе к Индустрии 4.0 105

Копейкин Р.Р., Дмитрачков Д.К., Байкин А.Н., Хасанов М.М. Методика проектирования системы разработки нефтяного месторождения с учетом трещин автоматического гидравлического разрыва пласта 109

Коротеев Т.И., Чаруйская М.А. Оценка влияния уровней готовности цифровых технологий на эффективности их внедрения на промышленных предприятиях 120

Тимчук Е.Г. Особенности управления качеством на рыбодобывающих предприятиях 124

Туманов А.Ю. Моделирование процессов оценки качества атмосферного воздуха на основе интегрального критерия загрязненности 128

Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

Калязина С.Е. Перспективы применения агентно-ориентированного подхода в управлении проектной деятельностью организации 132

Sun Lin'an, Zhang Fujun, Li Shan Analysis and Calculation of Steady-State Solutions of a Class of Reaction Diffusion Equations	140
---	-----

Региональная и отраслевая экономика

Агапов-Иванов А.А., Воронкова О.В. Формирование и история развития транспортных услуг в Ленинградской области	146
Асаул В.В., Рыбнов Е.И. Социальные тенденции на рынке труда и проблемы управления рабочей силой в строительстве	151
Беляева А.А., Комаров А.В. Роль частных инвестиций в строительстве объектов социальной и промышленной инфраструктуры.....	158
Бурылов В.С., Дымный С.С., Кирсанова М.И., Мамедов Э.Э.о. Развитие фундаментальных основ экономики качества	163
Залялиев А.А., Бардасова Э.В. Состояние ресурсной обеспеченности пищевой отрасли Республики Татарстан	169
Кириллова Е.А. Мониторинг и оценка динамики изменений участников инновационной экосистемы как основа анализа ее развития с учетом требований экономической безопасности	173
Колотырин К.П., Петров К.А., Бородастова Е.В. Значение научных разработок в обеспечении продовольственной безопасности	177
Кузнецов А.А., Комаров Д.А. Роль технологий робототехники в достижении целей устойчивого развития	181
Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А. Вопросы обеспечения кадровой безопасности организаций цифрового сельского хозяйства.....	185
Семенова Ю.Е., Курочкина А.А., Островская Е.Н. Агротуризм в Арктике – проблемы развития и перспективы инвестиций.....	191
Семенова Ю.Е., Островская Е.Н., Панова А.Ю. Трансформация экономических институтов под влиянием цифровизации.....	195
Юй Цзиньхун, Ван Янь Экономическая роль китайцев-иммигрантов в трансграничном сотрудничестве между Северо-Восточным Китаем и Дальним Востоком России	199

Финансы

Хоменко Я.В. Рынок труда: технологические вызовы и пути решения	203
--	-----

Менеджмент

Алымов Р.Ю., Береснева В.А., Скаржинская Е.Н. Игровая индустрия: состояние и перспективы	208
Натальяна Т.В. Особенности проектного управления в государственном секторе	214

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

- Artyushin V.O., Dereguzov K.Y., Oreshnikova L.A., Kalashnikova V.N.** Identifying Semantic Structures in Text Corpora Using Machine Learning 10
- Zaitseva I.V., Zakharova N.I., Zakharov V.V., Litovka N.I.** Modeling of Antagonistic Interaction of Economic Objects with Incomplete Information..... 14
- Illarionov S.A., Graholskaya L.V., Manturov A.O.** Exploring the Possibilities of Modeling in the Socio-economic Development of Territories..... 19
- Nizameev V.G., Basharov F.F.** Assessment of the Bearing Capacity of the Roof Girder Made of Thin-Walled Profiles Given the Specifics of their Stress-Strain State 25
- Nizameev V.G., Basharov F.F., Mikhalash D.M.** Numerical Studies of the Stress-Strain State of Girders Made of Thin-Walled Cold-Bent Steel Profile..... 31
- Penzin A.O., Obukhov A.G.** Approaches to Modeling Effective Information Security Systems in Higher Education Institutions..... 37
- Rudoy E.M.** Development and Evaluation of a New Approach to Modular Testing of Payment Systems Using JUnit and Mockito 43
- Skvortsova D.A., Shvaiko B.A., Romanov N.O., Filin N.A.** Analysis of the Correlation Coefficients of the Indicators of Sustainable Development Goals 48

Information Security

- Beletsky S.A., Shishov V.D., Shukenbaev A.B.** Development of a System with Access Level Differentiation in Accordance with the Bell – Lapadula or Harrison – Ruzzo – Ullman Security Models 52
- Georgievskiy A.D., Cheremukhina Yu.Yu.** Determining the Maturity Level of Processes in the Information Security Management System..... 56
- Li Longbin, Wang Shiyong, Teng Haikun** Research on Blockchain-based Medical Data Protection and Exchange Technology..... 60
- Chmelev A.A., Voronkova O.V.** Securing Media Traffic and Signaling Channels in WebRTC Applications Using SRTP and DTLS..... 65

MECHANICAL ENGINEERING

Robots, Mechatronics and Robotic Systems

Okromelidze V.G., Yusupov A.N., Serikova E.A. Algorithm of Adaptive Control of a Robotic Gripper..... 72

Engineering technology

Malyavin E.A., Smolentsev V.P., Tsymbal T.V., Poddubnykh I.Yu. A Method of Manufacturing and Separating Assembly Elements with Flexible Metal Housing..... 80

Methods and Devices for Monitoring and Diagnostics of Materials, Products, Substances and the Natural Environment

Rodionov A.I., Kalinin A.P., Rodionov I.D., Skvortsov V.E. Selection of a Cathodoluminophore with Maximum X-ray Intensity for a Laboratory Pulsed X-ray Source at a Tube Anode Voltage of 20-25 KV..... 84

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

Borisov V.V., Cheremukhina Yu.Yu. Risk Assessment of Transfer Process Control Configurations in the Rocket and Space Industry..... 92

Galimov F.M., Galimov B.F. Assuring the Quality of Tests in Laboratories Based on Risk Management 101

Ivanov E.V., Tumanov A.Yu. Methods for Improving the Quality of Production Processes during the Transition to Industry 4.0 105

Kopeikin R.R., Dmitrachkov D.K., Baykin A.N., Khasanov M.M. Design Algorithm of Oil Field Development System Taking into Account Self-Induced Hydraulic Fractures..... 109

Koroteev T.I., Charuyskaya M.A. Assessing the Impact of Digital Technology Readiness Levels on the Effectiveness of their Implementation at Industrial Enterprises..... 120

Timchuk E.G. Features of Quality Management at Fishing Enterprises..... 124

Tumanov A.Yu. Modeling of Atmospheric Air Quality Assessment Processes Based on the Integral Pollution Criterion..... 128

Mathematical, Statistical and Instrumental Methods in Economics

Kalyazina S.E. Prospects for the Application of Agent-Oriented Approach in the Management of Project Activities of the Organization..... 132

Sun Lin'an, Zhang Fujun, Li Shan Analysis and Calculation of Steady-State Solutions of a Class of Reaction Diffusion Equations 140

Regional and Sectoral Economics

Agapov-Ivanov A.A., Voronkova O.V. Formation and History of Development of Transportation Services in the Leningrad Region 146

Asaul V.V., Rybnov E.I. Social Trends in the Labor Market and Problems of Labor Management in Construction..... 151

Belyaeva A.A., Komarov A.V. The Role of Private Investment in the Construction of Social and Industrial Infrastructure Facilities 158

Burylov V.S., Dymny S.S., Kirsanova M.I., Mamedov E.E.o. Development of Fundamental Basis of Quality Economics 163

Zalyaliev A.A., Bardasova E.V. State of Resource Security of the Food Industry of the Republic of Tatarstan 169

Kirillova E.A. Monitoring and Evaluation of the Dynamics of Changes in the Participants of the Innovation Ecosystem as a Basis for Analyzing its Development Taking into Account the Requirements of Economic Security 173

Kolotyryn K.P., Petrov K.A., Borodastova E.V. The Importance of Scientific Developments in Ensuring Food Security 177

Kuznetsov A.A., Komarov D.A. The Role of Robotics Technologies in Achieving Sustainable Development Goals 181

Pogonyshv V.A., Pogonyshva D.A. Issues of Ensuring the Personnel Security of Digital Agriculture Organizations 185

Semenova Yu.E., Kurochkina A.A., Ostrovskaya E.N. Agrotourism in the Arctic – Development Problems and Investment Prospects 191

Semenova Yu.E., Ostrovskaya E.N., Panova A.Yu. Transformation of Economic Institutions under the Influence of Digitalization 195

Yu Jinhong, Wang Yan The Economic Role of Chinese Immigrants in Cross-Border Cooperation between Northeast China and the Russian Far East..... 199

Finance

Khomenko Ya.V. The Labor Market: Technological Challenges and Solutions 203

Management

Alymov R.Yu., Beresneva V.A., Skarzhinskaya E.N. The Gaming Industry: Current State and Prospects 208

Natalina T.V. Peculiarities of Project Management in the Public Sector 214

УДК 004.421.2

В.О. АРТЮШИН, К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ, Л.А. ОРЕШНИКОВА, В.Н. КАЛАШНИКОВА
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

ВЫЯВЛЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ТЕКСТОВЫХ КОРПУСАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: корпусная лингвистика; машинное обучение; семантические роли; синтаксический анализ.

Аннотация. Цель – исследование методов автоматической семантической аннотации текстов на основе корпусных данных. Задачи: анализ эффективности инструментов машинного обучения для разметки текста; разработка методов автоматизации семантического анализа. Методы: корпусной анализ, синтаксический и семантический парсинг, использование онтологий. Результаты: предложен метод аннотации с использованием *WordNet* и *UDPipe*, продемонстрированы его преимущества для обработки крупных корпусов.

Введение

Корпусная лингвистика является одной из ключевых областей современной лингвистики, которая позволяет решать широкий спектр задач, включая анализ языка, разработку технологий обработки текста и создание моделей машинного перевода. Корпус, представляющий собой коллекцию текстов, используется для изучения языковых закономерностей, частотности употребления слов, синтаксических структур и семантических ролей.

С увеличением объема текстовых данных растет потребность в автоматизации их анализа. Традиционные методы, основанные на ручной аннотации, становятся все менее эффективными. В этой связи важную роль играют технологии машинного обучения, которые позволяют автоматизировать такие процессы, как токенизация, лемматизация, частеречное тегирование и синтаксический анализ [1].

Однако одной только синтаксической ан-

нотации недостаточно для решения многих задач. Современные исследования все чаще обращаются к семантической аннотации, которая включает в себя выделение значений слов, их отношений и ролей в предложении. Это особенно актуально для таких приложений, как машинный перевод, анализ тональности и извлечение информации.

Ключевым инструментом для семантического анализа является онтология *WordNet*, предоставляющая структурированные данные о значениях слов и их взаимосвязях. Она активно используется в сочетании с инструментами машинного обучения, такими как *UDPipe*, которые обеспечивают автоматическую разметку текста на уровне токенов, предложений и грамматических зависимостей [2].

Настоящее исследование направлено на изучение возможностей и ограничений автоматической аннотации текстов с использованием указанных технологий. Основная цель работы заключается в повышении эффективности разметки текстовых данных и в демонстрации преимуществ комбинированного подхода, основанного на корпусной лингвистике и современных алгоритмах машинного обучения.

Исходные данные

Для проведения исследования использовался корпус текстов, описывающих задачи корпусной лингвистики, семантической аннотации и машинного обучения. Основные характеристики данных следующие.

1. Объем данных.

Корпус включал тексты общим объемом более 500 страниц, разделенные на тематические разделы, охватывающие морфологическую, синтаксическую и семантическую разметку.

2. Содержимое корпуса:

– теоретические описания основных по-

```
# This is a comment
1 I I PRON PRP _ 2 nsubj _ _
2 love love VERB VBP _ 0 root _ _
3 NLP NLP NOUN NN _ 2 obj _ _
```

Рис. 1. Пример синтаксической разметки текста

```
Word: "Dog"
- Hypernym: "Animal"
- Hyponym: "Beagle"
```

Рис. 2. Семантическая сеть, созданная с использованием данных *WordNet*

нятий корпусной лингвистики, таких как разметка текста, семантические роли и использование онтологий;

- практические примеры применения разметки, включая использование таких инструментов, как *UDPipe* и *WordNet*;

- инструкции по установке и настройке программного обеспечения для автоматической разметки текстов.

3. Типы данных:

- морфологические данные: примеры тегирования частей речи;

- синтаксические данные: деревья зависимостей предложений, генерируемые с помощью *UDPipe*;

- семантические данные: аннотации, описывающие значения слов, их синонимичные ряды и семантические роли (например, агенс, пациенс, инструмент) [3].

4. Пример данных.

Один из примеров, представленных в корпусе, иллюстрирует разметку предложения: *[Managers (Speaker, NP, Ext)] claim [there was no radiological hazard to staff or the public (Message, Sfin, Comp)]*.

Здесь выделены семантические роли, такие как *Speaker* (говорящий) и *Message* (сообщение), что позволяет анализировать не только синтаксические, но и смысловые отношения между словами.

5. Технические детали.

Корпус был представлен в формате *CoNLL-U*, что обеспечило совместимость с инструментами автоматической обработки текста,

такими как *UDPipe*. Данные включали аннотации в формате *XML* и *JSON* для удобства работы с различными системами анализа текста.

6. Используемые инструменты:

- *WordNet*: для определения значений слов, их гиперонимов и гипонимов;

- *UDPipe*: для автоматической разметки текста, включая токенизацию, лемматизацию и синтаксический парсинг.

Эти исходные данные были выбраны с учетом их репрезентативности для задач корпусной лингвистики и возможности применения современных алгоритмов обработки естественного языка. На основе анализа корпуса разрабатывались и тестировались подходы к автоматической аннотации текстов [4].

Методы исследования

Для достижения целей исследования использовался комплексный подход, включающий следующие этапы.

1. Предварительная обработка данных.

Исходные данные прошли этапы подготовки, включая:

- токенизацию – разбиение текста на отдельные слова и предложения;

- лемматизацию – приведение слов к их начальной форме;

- форматирование – преобразование данных в удобный для анализа формат *CoNLL-U* [5].

На рис. 1 приведен пример текстового фрагмента с разметкой, выполненной с исполь-

зованием *UDPipe*.

2. Использование *WordNet* для семантического анализа.

WordNet использовался для добавления семантических аннотаций. Основные шаги:

- определение значений слов через их гиперонимы, гипонимы и антонимы;
- назначение семантических ролей, таких как агенс, пациенс, инструмент.

На рис. 2 приведен пример семантических отношений через гиперонимы.

3. Разметка синтаксических структур с *UDPipe*.

Использование *UDPipe* обеспечило автоматическое построение деревьев зависимостей для предложений корпуса. Пример дерева зависимостей:

- узлы – слова предложения;
- ребра – синтаксические отношения между словами (например, подлежащее, дополнение).

4. Сравнение методов аннотации.

Для оценки точности методов разметки были проведены эксперименты:

- ручная разметка была использована как эталон;
- *UDPipe* и *WordNet* протестированы на различных частях корпуса;
- анализ выполнялся по метрикам точности и полноты (*precision* и *recall*).

Результаты эксперимента

1. Анализ синтаксической структуры.

В ходе эксперимента использовался инструмент *UDPipe* для автоматической разметки синтаксических зависимостей предложений корпуса. Результаты разметки сравнивались с эталонной (ручной) разметкой.

Например, для предложения «*The quick brown fox jumps over the lazy dog*» *UDPipe* корректно определил:

- подлежащее (*subject*): «*fox*»;
- глагол (*root*): «*jumps*»;
- дополнение (*object*): «*dog*».

Точность анализа синтаксических зависимостей составила 92,5 %, что свидетельствует о высокой надежности инструмента для автоматической разметки больших корпусов.

2. Семантическое аннотирование.

Семантическая аннотация текста включала определение ролей участников действия (аген-

са, пациенс, инструмента) с использованием *WordNet*.

Приведем пример семантической разметки.

Предложение: «*The chef sliced the vegetables with a knife*».

Здесь:

- агенс (инициатор действия): «*chef*»;
- пациенс (объект действия): «*vegetables*»;
- инструмент (средство выполнения действия): «*knife*».

Заключение

В ходе исследования были рассмотрены методы автоматической аннотации текстов с использованием современных инструментов корпусной лингвистики и машинного обучения. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность предложенного подхода, основанного на комбинации синтаксического парсинга с *UDPipe* и семантического анализа с *WordNet*.

Основные выводы исследования такие.

1. Автоматическая разметка: *UDPipe* продемонстрировал высокую точность синтаксической разметки (92,5 %), что делает его подходящим для работы с большими корпусами текстов.

2. Семантический анализ: использование *WordNet* для аннотирования ролей (агенс, пациенс, инструмент) позволило автоматизировать обработку текстов и выделить их смысловую структуру.

3. Сравнительный анализ: сравнение с ручной разметкой выявило, что предложенный метод обеспечивает близкие показатели точности, с отклонением не более 3 %.

Обнаруженные ограничения:

- сложные синтаксические конструкции иногда приводили к неверному определению зависимостей;
- семантический анализ мог путать роли в пассивных конструкциях.

В перспективе данная методология может быть применена для создания специализированных корпусов, используемых в задачах машинного перевода, анализа тональности и извлечения информации. Для повышения точности анализа целесообразно дополнительно обучать модели на специфичных корпусах и адаптировать инструменты под конкретные языки и задачи.

Список литературы

1. WordNet: A Lexical Database for English [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://wordnet.princeton.edu>.
2. Documentation for UDPipe [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ufal.mff.cuni.cz/udpipe>.
3. Ярушкина, Н.Г. Нечеткие временные ряды как инструмент для оценки и измерения динамики процессов / Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева // Датчики и системы. – 2007. – № 12. – С. 46–50.
4. Выявление аномалий в многомерных временных рядах датчика с использованием машинного обучения / В.О. Артюшин, К.Ю. Дерезузов, М.О. Рябинин, В.П. Плотников // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 4. – С. 29–35.
5. Milligan, G.W. An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set / G.W. Milligan, M.C. Cooper // Psychometrika. – 1985. – No. 50. – P. 159–179.

References

1. WordNet: A Lexical Database for English [Electronic resource]. – Access mode : <https://wordnet.princeton.edu>.
2. Documentation for UDPipe [Electronic resource]. – Access mode : <http://ufal.mff.cuni.cz/udpipe>.
3. Yarushkina, N.G. Nechetkiye vremennyye ryady kak instrument dlya otsenki i izmereniya dinamiki protsessov / N.G. Yarushkina, T.V. Afanas'yeva // Datchiki i sistemy. – 2007. – № 12. – S. 46–50.
4. Vyyavleniye anomalii v mnogomernykh vremennykh ryadakh datchika s ispol'zovaniyem mashinnogo obucheniya / V.O. Artyushin, K.YU. Dereguzov, M.O. Ryabinin, V.P. Plotnikov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 4. – С. 29–35.

© В.О. Артюшин, К.Ю. Дерезузов, Л.А. Орешникова, В.Н. Калашникова, 2024

УДК 51.77

И.В. ЗАЙЦЕВА, Н.И. ЗАХАРОВА, В.В. ЗАХАРОВ, Н.И. ЛИТОВКА
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический
университет», г. Санкт-Петербург;

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь;

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет

имени В.М. Кокова», г. Нальчик

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

Ключевые слова: антагонистические объекты; модель; неполная информация; экономика.

Аннотация. В статье рассматривается простейший случай двух экономических объектов, конкурирующих антагонистическим образом между собой. Антагонизм взаимодействия объектов выражается в том, что первый объект стремится максимизировать значение невязки параметров двух систем, а второй – минимизировать ее. Целью работы является разработка математической модели в виде совокупности дифференциальных уравнений, каждое из которых отражает динамику во времени вполне определенного числового параметра. Задачей исследования является выбор математического аппарата для формализации задачи, характеризующего состояние экономического объекта в каждый данный момент времени, значение которого управляющий орган этого объекта стремится увеличить доступными ему средствами. В статье приведены примеры измерения случайных возмущений параметров эволюционирующих объектов.

В экономике существуют объекты, конкурентно взаимодействующие между собой, но функционирующие независимо друг от друга. При математическом моделировании таких систем динамику каждого объекта можно описывать отдельной совокупностью дифференциальных уравнений, каждое из которых отражает динамику во времени вполне определенного числового параметра,

характеризующего состояние экономического объекта в каждый данный момент времени, значение которого управляющий орган этого объекта стремится увеличить доступными ему средствами. Рассмотрим математическую модель двух экономических объектов, конкурирующих антагонистическим образом:

$$\frac{dX^{(i)}(t)}{dt} = A^{(i)}(t)X^{(i)}(t) + B^{(i)}(t)U^{(i)}(t) + C^{(i)}(t)\xi^{(i)}, i=1,2, \quad (1)$$

где $X^{(i)} \in R^n, i=1,2$; $X^{(i)}(t) = \{x_1^{(i)}(t), \dots, x_n^{(i)}(t)\}$, $i=1,2$ – вектор состояния системы (i) ; $U^{(i)}(t) = \{u_1^{(i)}(t), \dots, u_r^{(i)}(t)\}$, $i=1,2$ – вектор управления системы (i) ; $A^{(i)}(n \times n)$, $B^{(i)}(n \times r)$, $C^{(i)}(n \times n_1)$, $P^{(i)}(m \times n)$, $D^{(i)}(m \times n_2)$, $i=1,2$ – матрицы принятой системы измерения экономических параметров; $\xi^{(i)}, i=1,2$ – вектор, компоненты $\xi_{1(i)}^{(i)}, \xi_{2(i)}^{(i)}, \dots, \xi_{n_1(i)}^{(i)}$, $i=1,2$ которого – действующие на систему (i) случайные возмущения. Предположим, что доступны координаты $y_j^{(i)}(t)$, $i=1,2$; $j=1, \dots, m$ вектора $Y^{(i)}(t) = \{y_j^{(i)}(t)\}$, связанного с решением:

$$X^{(i)}(t)Y^{(i)}(t) = P^{(i)}(t)X^{(i)}(t) + D^{(i)}(t)\eta^{(i)}, i=1,2. \quad (2)$$

Результаты измерений подвержены случайной помехе $\eta^{(i)} = (\eta_{1(i)}^{(i)}, \eta_{2(i)}^{(i)}, \dots, \eta_{n_2(i)}^{(i)})$, $i=1,2$. Введем функционал качества рассматриваемого процесса $J = \rho(X^{(1)}(T), X^{(2)}(T))$, где ρ – функция расстояния. Обозначим через $X^{(i)}(t)$ фундаментальную систему решений для соответствующей однородной системы:

$$\frac{dX^{(i)}(t)}{dt} = A^{(i)}(t)X^{(i)}(t), \bar{X}^{(i)}(t) = E, i=1,2,$$

при $t = 0$. Пусть $G^{(i)}(t) = P^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)}(t)$, $i=1,2$. Согласно формуле Коши система (1) имеет решение:

$$X^{(i)}(t) = \bar{X}^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)-1}(t_0)X^{(i)}(t_0) + \int_{t_0}^t \bar{X}^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)-1}(\theta)[B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}]d\theta. \quad (3)$$

При $\bar{X}^{(i)}(t)$, $i=1,2$:

$$X^{(i)}(t) = \bar{X}^{(i)}(t)X_0^{(i)} + \bar{X}^{(i)}(t)\int_0^t \bar{X}^{(i)-1}(\theta) [B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}]d\theta, i=1,2. \quad (4)$$

Подставляя системы (4) в выражение (2) для $Y^{(i)}(t)$, $i=1,2$, находим:

$$\begin{aligned} Y^{(i)}(t) &= P^{(i)}(t)X^{(i)}(t) + D^{(i)}(t)\eta^{(i)} = \\ &= P^{(i)}(t) \left[\bar{X}^{(i)}(t)X_0^{(i)} + \int_0^t \bar{X}^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)-1}(\theta) \right. \\ &\quad \left. [B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}]d\theta \right] + \\ &\quad + D^{(i)}(t)\eta^{(i)} = \\ &= P^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)}(t)X_0^{(i)} + \\ &\quad + P^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)}(t)\int_0^t \bar{X}^{(i)-1}(\theta) \times \\ &\quad \times [B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}] \times \\ &\quad \times d\theta + D^{(i)}(t)\eta^{(i)} = G^{(i)}(t)X_0^{(i)} + \\ &\quad + P^{(i)}(t)\bar{X}^{(i)}(t)\int_0^t \bar{X}^{(i)-1}(\theta) \times \\ &\quad \times [B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}] \times \\ &\quad \times d\theta + D^{(i)}(t)\eta^{(i)}. \end{aligned} \quad (5)$$

Предположим, что $\tau^{(i)}$, $0 < \tau^{(i)} < t$ и матрица

$$Q^{(i)}(t - \tau^{(i)}, t) = \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta)G^{(i)}(\vartheta)d\vartheta -$$

неособая. Преобразовав, находим:

$$\begin{aligned} &\int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta)Y^{(i)}(\theta)d\theta = \\ &\int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta)G^{(i)}(\theta)d\theta X_0^{(i)} + \\ &+ \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta)P^{(i)}(\vartheta)\bar{X}^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\times \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta)[B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}] \times \\ &\times d\theta d\vartheta + \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta)D^{(i)}(\theta)\eta^{(i)}d\theta = \\ &= Q^{(i)}(t - \tau^{(i)}, t)X_0^{(i)} + \\ &+ \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta)P^{(i)}(\vartheta)\bar{X}^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\times \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta)[B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}] \times \\ &\times d\theta d\vartheta + \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta)D^{(i)}(\theta)\eta^{(i)}d\theta. \end{aligned} \quad (6)$$

С помощью (6) выразим вектор $X_0^{(i)}$ через величины $Y^{(i)}(t)$, $i=1,2$ и функции $A^{(i)}(t)$, $B^{(i)}(t)$, $C^{(i)}(t)$, $P^{(i)}(t)$, $D^{(i)}(t)$ и $U^{(i)}(t)$, $i=1,2$ на промежутке $[t - \tau^{(i)}, t]$:

$$\begin{aligned} X_0^{(i)} &= Q^{(i)-1}(t - \tau^{(i)}, t) \times \\ &\times \left\{ \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta)Y^{(i)}(\theta)d\theta - \right. \\ &\quad - \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta)G^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\quad \times \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta)B^{(i)}(\theta)U^{(i)}(\theta)d\theta d\vartheta - \\ &\quad - \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta)G^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\quad \times \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta)C^{(i)}(\theta)\xi^{(i)}d\theta d\vartheta - \\ &\quad \left. - \int_{t-\tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta)D^{(i)}(\theta)\eta^{(i)}d\theta \right\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Если матрица

$$Q^{(i)}(t - \tau^{(i)}, t) = \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta) G^{(i)}(\vartheta) d\vartheta -$$

особая и не удается исключить $X_0^{(i)}$, $i = 1, 2$, то требуются дополнительные измерения. $X_0^{(i)}$, $i = 1, 2$ можно найти тогда и только тогда, когда столбцы матрицы $G^{(i)*}$ являются линейно независимыми векторными функциями. Подставляя $X_0^{(i)}$, $i = 1, 2$ в (4), получим:

$$\begin{aligned} X^{(i)}(t) &= \bar{X}^{(i)}(t) \times \\ &\times \left[Q^{(i)-1}(t - \tau^{(i)}, t) \left[\int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta) Y^{(i)}(\theta) d\theta - \right. \right. \\ &\quad - \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta) G^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\quad \times \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta) B^{(i)}(\theta) U^{(i)}(\theta) d\theta d\vartheta - \\ &\quad - \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta) G^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\quad \times \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta) C^{(i)}(\theta) \xi^{(i)} d\theta - \\ &\quad \left. \left. \times \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta) D^{(i)}(\theta) \eta^{(i)} d\theta \right] \right] + \\ &\quad + \int_0^t \bar{X}^{(i)}(t) \bar{X}^{(i)-1}(\theta) \times \\ &\quad \times \left[B^{(i)}(\theta) U^{(i)}(\theta) + C^{(i)}(\theta) \xi^{(i)} \right] d\theta; \\ X^{(i)}(t) &= \alpha^{(i)}(t) + \beta^{(i)}(t) \xi^{(i)} + \gamma^{(i)}(t) \eta^{(i)}, \quad (8'') \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \alpha^{(i)}(t) &= \bar{X}^{(i)}(t) Q^{(i)-1}(t - \tau^{(i)}, t) \times \\ &\times \left\{ \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta) Y^{(i)}(\theta) d\theta - \right. \\ &\quad - \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta) G^{(i)}(\vartheta) \times \\ &\quad \times \left. \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta) B^{(i)}(\theta) U^{(i)}(\theta) d\theta d\vartheta \right\} + \\ &+ \bar{X}^{(i)}(t) \int_0^t \bar{X}^{(i)-1}(\theta) B^{(i)}(\theta) U^{(i)}(\theta) d\theta, \quad (9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta^{(i)}(t) &= \bar{X}^{(i)}(t) \int_0^t \bar{X}^{(i)-1}(\theta) C^{(i)}(\theta) d\theta - \\ &\quad - \bar{X}^{(i)}(t) Q^{(i)-1}(t - \tau^{(i)}, t) \times \\ &\quad \times \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\vartheta) G^{(i)}(\vartheta) \int_0^{\vartheta} \bar{X}^{(i)-1}(\theta) C^{(i)}(\theta) d\theta d\vartheta, \quad (9) \\ \gamma^{(i)}(t) &= -\bar{X}^{(i)}(t) Q^{(i)-1}(t - \tau^{(i)}, t) \times \\ &\quad \times \int_{t - \tau^{(i)}}^t G^{(i)*}(\theta) D^{(i)}(\theta) d\theta, \quad i = 1, 2. \end{aligned}$$

Каждая компонента $x_j^{(i)}(t)$, $i = 1, 2$; $j = 1, \dots, n$ может быть представлена в виде:

$$\begin{aligned} x_j^{(i)} &= \alpha_j^{(i)}(t) + \sum_{l=1}^{n_1} \beta_{jl}^{(i)}(t) \xi_{l_0}^{(i)} + \\ &+ \sum_{l=1}^{n_2} \gamma_{jl}^{(i)}(t) \eta_{l_0}^{(i)}, \quad i = 1, 2; j = 1, \dots, n; \quad (10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_j^{(i)}(t) &= \alpha_j^{(i)}(t) + \sum_{l=1}^{n_1+n_2} \delta_{jl}^{(i)}(t) \mu_{l_0}^{(i)}, \quad (10'') \\ & \quad i = 1, 2; j = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \delta_{jl}^{(i)}(t) &= \begin{cases} \beta_{jl}^{(i)}(t); & 1 \leq l \leq n_1; \\ \gamma_{jl-n_1}^{(i)}(t); & n_1 + 1 \leq l \leq n_1 + n_2; \end{cases} \\ \mu_{l_0}^{(i)} &= \begin{cases} \xi_{l_0}^{(i)}; & 1 \leq l \leq n_1; \\ \eta_{l-n_1}^{(i)}; & n_1 + 1 \leq l \leq n_1 + n_2; \end{cases} \quad (10''') \\ & \quad (l = 1, \dots, n; i = 1, 2). \end{aligned}$$

Предположим, что случайные величины $\xi_{j_0}^{(i)}$, $j = 1, 2, \dots, n_1$ попарно независимы между собой и с величинами $\eta_{j_0}^{(i)}$, $j = 1, 2, \dots, n_2$, которые также предполагаются взаимно независимыми. Характеристики компоненты $x_j^{(i)}(t)$:

$$\begin{aligned} M[x_j^{(i)}(t)] &= \alpha_j^{(i)}(t) + \sum_{l=1}^{n_1} \beta_{jl}^{(i)} M[\xi_{l_0}^{(i)}] + \\ &+ \sum_{l=1}^{n_2} \gamma_{jl}^{(i)}(t) M[\eta_{l_0}^{(i)}], \quad j = 1, \dots, n; i = 1, 2; \quad (11) \end{aligned}$$

или:

$$M[x_j^{(i)}(t)] = \alpha_j^{(i)}(t) + \sum_{l=1}^{n_1+n_2} \delta_{jl}^{(i)}(t) M[\mu_{l_0}^{(i)}]; \quad (11')$$

$$D[x_j^{(i)}(t)] = \sum_{l=1}^{n_1} \beta_{jl}^{(i)2}(t) D[\xi_{l_0}^{(i)}] + \sum_{l=1}^{n_2} \gamma_{jl}^{(i)2}(t) D[\eta_{l_0}^{(i)}]; \quad (12)$$

или:

$$D[x_j^{(i)}(t)] = \sum_{l=1}^{n_1+n_2} \delta_{jl}^{(i)2}(t) D[\mu_{l_0}^{(i)}]. \quad (12')$$

Используя формулы (10)–(10'), полагаем:

$$\tilde{\mu}_\nu = \begin{cases} \xi_{\nu_0}^{(1)}, 1 \leq \nu \leq n_1; \\ \xi_{(\nu-n_1)_0}^{(2)}, n_1+1 \leq \nu \leq 2n_1; \\ \eta_{(\nu-2n_1)_0}^{(1)}, 2n_1+1 \leq \nu \leq 2n_1+n_2; \\ \eta_{(\nu-(2n_1+n_2))_0}^{(2)}, \\ 2n_1+n_2+1 \leq \nu \leq 2(n_1+n_2); \end{cases} \quad (14)$$

$$\tilde{\delta}_{j\nu}(t) = \begin{cases} \beta_{j\nu}^{(1)}(t), 1 \leq \nu \leq n_1; \\ -\beta_{j\nu-n_1}^{(2)}(t), n_1+1 \leq \nu \leq 2n_1; \\ \gamma_{j\nu-2n_1}^{(1)}(t), 2n_1+1 \leq \nu \leq 2n_1+n_2; \\ -\gamma_{j\nu-(2n_1+n_2)}^{(2)}(t), \\ 2n_1+n_2+1 \leq \nu \leq 2(n_1+n_2); \end{cases}$$

$$\alpha_j(t) = \alpha_j^{(1)}(t) - \alpha_j^{(2)}(t).$$

Получаем:

$$x_j^{(1)}(t) - x_j^{(2)}(t) = \alpha_j(t) + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(t) \tilde{\mu}_\nu; \quad (14'')$$

$$J(X^{(1)}(T'), X^{(2)}(T')) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j^{(1)}(T') - x_j^{(2)}(T'))^2} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left[\alpha_j(T') + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(T') \tilde{\mu}_\nu \right]^2}. \quad (15)$$

Выпишем характеристики величин

$$x_j^{(1)}(t) - x_j^{(2)}(t), j = 1, \dots, n: \quad (16)$$

$$M[x_j^{(1)}(t) - x_j^{(2)}(t)] = \alpha_j(t) + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(t) M[\tilde{\mu}_\nu];$$

$$D[x_j^{(1)}(t) - x_j^{(2)}(t)] = \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}^2(t) D[\tilde{\mu}_\nu]. \quad (17)$$

Представим величину $(x_j^{(1)}(t) - x_j^{(2)}(t))^2$ в виде:

$$(x_j^{(1)}(t) - x_j^{(2)}(t))^2 = \left(\alpha_j(t) + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(t) \tilde{\mu}_\nu \right)^2 = \alpha_j^2(t) + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}^2(t) \tilde{\mu}_\nu^2 + 2 \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)-1} \tilde{\delta}_{j\nu}(t) \tilde{\mu}_\nu \sum_{s=\nu+1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{js}(t) \tilde{\mu}_s + 2\alpha_j(t) \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(t) \tilde{\mu}_\nu, j = 1, \dots, n. \quad (18)$$

Тогда:

$$\rho^2(X^{(1)}(T'), X^{(2)}(T')) = \sum_{j=1}^n (x_j^{(1)}(T') - x_j^{(2)}(T'))^2 = \sum_{j=1}^n \left(\alpha_j(T') + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(T') \tilde{\mu}_\nu \right)^2 = \sum_{j=1}^n \left[\alpha_j^2(T') + \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}^2(T') \tilde{\mu}_\nu^2 + 2 \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)-1} \tilde{\delta}_{j\nu}(T') \tilde{\mu}_\nu \sum_{s=\nu+1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{js}(T') \tilde{\mu}_s + 2\alpha_j(T') \sum_{\nu=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{j\nu}(T') \tilde{\mu}_\nu \right], j = 1, \dots, n. \quad (19)$$

Имеем:

$$M[J] = \sqrt{M[\rho^2(X^{(1)}(T'), X^{(2)}(T'))]},$$

где

$$\begin{aligned}
 & M \left[\rho^2 \left(X^{(1)}(T'), X^{(2)}(T') \right) \right] = \\
 & = \sum_{j=1}^n \left\{ \alpha_j^2(T') + \sum_{v=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{jv}^2(T') M[\tilde{\mu}_v^2] + \right. \\
 & \quad \left. + 2\alpha_j(T') \sum_{v=1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{jv}(T') M[\tilde{\mu}_v] + \right. \\
 & \quad \left. + 2 \sum_{v=1}^{2(n_1+n_2)-1} \tilde{\delta}_{jv}(T') \sum_{s=v+1}^{2(n_1+n_2)} \tilde{\delta}_{js}(T') M[\tilde{\mu}_v] M[\tilde{\mu}_s] \right\}. \tag{20}
 \end{aligned}$$

Таким образом, примером применения разработанной модели может служить случай, когда объект первого типа является виртуальным планом развития, разрабатываемым управляющим органом, значения параметров которого на конечный момент времени считаются наиболее приемлемыми, но с течением времени они могут корректироваться. Второй объект может быть реальным, который можно перевести максимально к наилучшему состоянию.

Список литературы

1. Петросян, Л.А. Теория игр: Учебное пособие для ун-тов / Л.А. Петросян, Н.А. Зенкевич, Е.А. Семина. – М. : Книжный дом «Университет», 1998. – 304 с.
2. Колокольцов, В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех): учеб. пособие / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. – СПб : Лань, 2012. – 622 с.
3. Моделирование цикличности развития в системе экономик / И.В. Зайцева, О.А. Малафеев, А.В. Степкин [и др.] // Перспективы науки. – 2020. – № 10(133). – С. 173–176.

References

1. Petrosyan, L.A. Teoriya igr: Uchebnoye posobiye dlya un-tov / L.A. Petrosyan, N.A. Zenkevich, Ye.A. Semina. – M. : Knizhnyy dom «Universitet», 1998. – 304 s.
2. Kolokol'tsov, V.N. Matematicheskoye modelirovaniye mnogoagentnykh sistem konkurentsii i kooperatsii (Teoriya igr dlya vsekhh): ucheb. posobiye / V.N. Kolokol'tsov, O.A. Malafeyev. – SPb : Lan', 2012. – 622 s.
3. Modelirovaniye tsiklichnosti razvitiya v sisteme ekonomik / I.V. Zaytseva, O.A. Malafeyev, A.V. Stepkin [i dr.] // Perspektivy nauki. – 2020. – № 10(133). – S. 173–176.

УДК 519.8

С.А. ИЛЛАРИОНОВ, Л.В. ГРАХОЛЬСКАЯ, А.О. МАНТУРОВ
Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина – филиал
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации», г. Саратов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ТЕРРИТОРИЙ

Ключевые слова: моделирование; прогнозирование; проектная деятельность; социально-экономические программы; социально-экономическое развитие.

Аннотация. В статье исследуется применение технологий и методов математического моделирования в управлении социально-экономическим развитием территорий на примере Москвы. Рассмотрены ключевые этапы построения моделей: сбор данных, формализация взаимосвязей, сценарный анализ, а также проектный подход в развитии территорий. Исследуется значение моделирования в прогнозировании основных показателей развития территорий: экономический рост, демографическая динамика, инфраструктура, а также динамика услуг социальной сферы. Рассматривается интеграция результатов моделирования социально-экономического развития территорий в задачи практического управления, что позволяет формировать наиболее эффективные стратегии развития и принимать обоснованные решения. Показаны преимущества моделирования для оптимизации использования ресурсов, улучшения прогнозов, а также минимизации рисков в ходе реализации социально-экономических программ.

Цель исследования – рассмотреть и исследовать возможности моделирования в социально-экономическом развитии территорий на примере Москвы.

Задачи: рассмотреть основные этапы построения математических моделей; произвести оценку роли проектного подхода в управлении территориальным развитием на примере г. Москвы; рассмотреть существующие преимущества моделирования в целях прогнозирования

и оптимизации применения ресурсного территориального потенциала; изучить особенности интеграции моделирования в практику управления.

Гипотеза: процесс математического моделирования, интегрированный с проектным подходом, способен повлиять на уровень социально-экономического развития Москвы, при этом обеспечив наибольшую эффективность управления, прогнозную точность, минимизируя риски при устойчивом долгосрочном развитии данной территории.

Методы исследования: изучение литературных источников, сравнение, анализ данных, сценарный анализ в целях потенциальных вариантов развития.

Достигнутые результаты: в статье были рассмотрены модели, прогнозировавшие показатели валового регионального продукта (ВРП), демографическую динамику с развитием инфраструктуры; также доказана эффективность проектного подхода, который обеспечивал процесс выполнения стратегических задач, в виде роста ВРП, оптимизации затрат сферы здравоохранения, образования. На практике было показано, как интеграция моделирования позволяет обоснованно распределять ресурсы и принимать решения для устойчивого развития на примере Москвы.

Математическое моделирование социально-экономического развития представляет собой процесс создания и изучения формализованных описаний социально-экономических систем, что позволяет производить анализ взаимосвязей между компонентами таких систем, а также прогнозировать процессы их развития.

Безусловно, такое государство, как Россия, нуждается в компактной математической макромодели социально-экономического развития для компьютерного моделирования различных сценариев роста, включающих ресурсные ограничения, в том числе пригодной для изучения актуальной задачи и построения долгосрочной социально-экономической стратегии развития до 2050 г. Таким образом, актуальность темы статьи обусловлена необходимостью разработки и реализации эффективных решений, обеспечивающих рост устойчивости территорий в сложившихся неблагоприятных условиях экономической нестабильности, трансформаций на рынке труда, а также постоянно меняющихся демографических показателей [5].

Математическое моделирование социально-экономического развития территорий является междисциплинарным методом анализа, ориентированным на основе формализации происходящих процессов в социально-экономических системах. Основной его целью является прогнозирование, оптимизация функционирования социально-экономического развития территорий [6].

На современном этапе решения социально-экономических задач в государственном и муниципальном управлении активно применяется проектный подход, рассматривающийся как инструмент повышения качества управления территорией [3].

Проектное управление предполагает подкрепление публичного управления и стратегий социально-экономического развития территории прогнозируемыми целевыми показателями, которые посредством разработки, утверждения и последующей реализации проектов трансформируются в комплекс взаимосвязанных программ, содержащих перечень основных мероприятий; участников публичного управления, ответственных за реализацию; источников и объемов ресурсов, привлекаемых для решения конкретных задач. Кроме того, такое управление всегда предусматривает контрольные мероприятия в отношении эффективности проектов в управлении. Также применение технологий проектной деятельности дает возможность интегрировать результаты математического моделирования в управление развитием территорий на практике, тем самым обеспечивая эффективное управление и выполнение поставленных стратегических задач [2].

Технология такого моделирования вклю-

чает этапы, начинающиеся со сбора данных и заканчивающиеся модельным управлением реализацией проектов, тесно взаимодействует, взаимосвязана и нацелена на создание научно обоснованных решений, направленных на благоприятное социально-экономическое развитие территорий. Такой подход математического моделирования с использованием проектной деятельности должен учитывать множество факторов, прогнозируя потенциальные последствия принятых решений, что позволяет эффективно управлять процессом реализации необходимых стратегий.

Математическое моделирование социально-экономического развития территорий предполагает структурированный подход, включающий этапы, взаимосвязанные между собой, каждый из которых имеет основную цель, направленную на обеспечение эффективности прогнозов и практической реализации достигнутых результатов [6].

Первый этап такого моделирования включает сбор с систематизацией полученных данных о демографических показателях определенной территории и ее экономической активности, динамике и уровне доходов, инфраструктурной обеспеченности, информации о социальных индикаторах территории, а в целях обработки уже полученной информации здесь применяются инструменты для анализа данных: *Excel*, *Python* или специализированные программы *AnyLogic*, *MATLAB*. Также на данном этапе применяются официальные статистические источники: Росстат, ЦБ РФ, статистическая информация, полученная из органов власти регионов, курирующих экономическое развитие, и данные, полученные из отраслевых отчетов [12].

Следующим этапом является формализация модели, которая включает создание математической модели, отражая взаимосвязь между основными социально-экономическими показателями. Здесь уже выявляются полученные зависимости между входными данными, к примеру, инвестиционной активностью, демографической ситуацией, а также выходными индикаторами: уровень ВРП, качество жизни населения [8].

На этапе формализации модели применяются методы регрессионного анализа, позволяющего выявить статистические зависимости между показателями и оценить влияние отдельных факторов. Динамическое моделирова-

ние применяется в целях анализа изменений во времени, например, оценки влияния долгосрочных инвестиций в инфраструктуру на экономический рост региона. Теория игр применяется для анализа взаимодействия разных участников социально-экономической системы, к которым относят государство, бизнес-структуры, население. Формализация заключается не только в математическом описании имеющихся взаимосвязей, но также проводится модельная проверка на адекватность к имеющимся реальным условиям, к примеру, в процессе моделирования социально-экономического развития территории, имеющей низкую транспортную доступность, учитывается влияние строительства дорог, мостов на увеличение ВРП, что позволяет прогнозировать его рост от 10 до 15 % на протяжении пяти лет [1].

Сценарный подход, играющий немаловажную роль на этапе анализа модели, дает возможность оценить вероятные пути развития территории в зависимости от уже принятых стратегических направлений. В рамках сценарного анализа разрабатываются разные варианты изменений основных факторов (инвестиции, темпы роста населения), а также оцениваются их последствия. Примером здесь служит разработка сценариев для регионов, имеющих ограниченный ресурсный потенциал. К примеру, при оптимистичном сценарии наблюдается рост инвестиционного потока в инфраструктуру транспорта, что в результате приводит к созданию новых рабочих мест и, как следствие, к росту ВРП приблизительно на 15 % в течение пяти лет, а при пессимистичном сценарии и отсутствии инвестиций, с сохранением текущего уровня транспортной доступности, результатом станет снижение экономической активности и в перспективе – отток населения с данной территории [2].

Этап анализа сценариев позволяет прогнозировать возможные результаты и выявлять наиболее эффективные меры управления для минимизации рисков, использования возможностей [14].

Заключительный этап сводится к интеграции результатов математического моделирования в практику. В этих целях разрабатываются проекты, направленные на достижение стратегических целей, содержащие четко сформулированные задачи, определенные рамки времени, ресурсы и индикаторы, показывающие успешность – *KPI*. К примеру, если результа-

ты моделирования наглядно показывают, что строительство новых учреждений образования способствует повышению качества жизни населения, а также снижению миграционного оттока, в этом случае формируется проект, предполагающий строительство определенного числа образовательных организаций и учреждений дошкольного образования, привлечение квалифицированных кадров, а также увеличение финансирования образовательной сферы [8].

Использование таких проектных технологий, как диаграммы Ганта, системы мониторинга *KPI*, управления рисками, позволяют обеспечить контроль за реализацией мероприятий. К примеру, нацпроект «Жилье и городская среда» предусматривал проектный подход, позволяя добиться увеличения объема ввода жилья на 20 % за период с 2018 по 2022 гг. [8].

В рамках программы «Демография» благодаря разработанным математическим моделям удалось спрогнозировать изменения в численности населения, оптимизировав динамику распределения ресурсного потенциала для доступности дошкольных образовательных организаций. В итоге в 2023 г. численность детей трехлетнего возраста, которые были обеспечены местами в дошкольных учреждениях, достигла 95 %, что на 10 % выше показателей 2020 г. [12].

Интеграция математического моделирования в проектную деятельность позволяет увеличивать точность прогнозов и обеспечивать обоснованность принимаемых управленческих решений, что особенно необходимо в условиях ограниченных ресурсов, постоянно требующих их эффективного распределения [13].

Применение математического моделирования в социально-экономическом развитии Москвы решает комплексные задачи экономического развития, планирования инфраструктуры, а также повышения уровня жизни населения, обеспечивая точные прогнозы и оптимизируя расходы, повышая эффективность управления в целом [14].

Москва занимала лидирующие позиции по ВРП в 2022 г., который был равен 24,5 трлн руб. – 22 % от общего ВРП страны. Применение математических моделей, учитывающих изменение динамики инвестиций, производительности труда миграционных потоков, дает возможность прогнозировать в перспективе рост всей экономики. Так, при сохранении те-

кущих темпов ВРП Москва способна достичь 30 трлн рублей уже к 2027 г. [4].

Развитие городской инфраструктуры также тесно взаимосвязано с математическим моделированием социально-экономического развития в транспортной и жилищной сферах. К примеру, транспортная модель Москвы, базирующаяся на постоянно поступающих данных пассажиропотоков, позволяет планировать увеличение пропускной способности общественного транспорта. Так, в 2022 г. московским метрополитеном было перевезено около 2,7 млрд пассажиров, что на 6 % больше показателя 2021 г., а по прогнозным математическим моделям возможный рост может быть увеличен на 8 % уже к 2025 г. благодаря открытию новых линий метрополитена [11].

Стоит отметить, что также с помощью математического моделирования оптимизируются социальные услуги Москвы. Например, расходы на здравоохранение в 2022 г. составили около 850 млрд руб., показав динамику роста на 9 % по сравнению с 2021 г. Использование математических моделей социально-экономического развития, учитывающих демографическую нагрузку и возрастающее количество обращений за медицинской помощью, позволяет прогнозировать увеличение финансирования здравоохранения до 1 трлн руб. уже к 2025 г. [4].

Моделирование помогает создавать наиболее точные прогнозы и сценарии, способствуя

оптимизации ресурсов, тем самым улучшая качество прогноза, позволяет минимизировать риски. Применение моделей помогает формировать стратегически обоснованные решения, направленные на эффективное развитие территорий, экономический рост, инфраструктурное развитие, улучшение услуг социальной сферы.

В аспекте интеграции математического моделирования в практическое управление становится реально возможным производить адаптацию моделей для разных регионов, тем самым обеспечивая устойчивое и динамичное развитие, с интеграцией передовых методов управления, направленных на достижение долгосрочных целей. Данный подход на практике может демонстрировать собственную перспективность.

Таким образом, исследование подтверждает значение и роль математического моделирования как инструмента для повышения точности прогнозов и оптимизации ресурсов. Применение математических моделей в социально-экономическом развитии города Москвы наглядно показало, что данный подход способствует созданию устойчивых решений, способных обеспечить долгосрочный рост и в целом улучшить качество жизни населения. Данный подход может быть масштабирован и адаптирован для ряда других регионов и сделать его можно также универсальным инструментом в управлении социально-экономическим развитием территорий.

Список литературы

1. Дмитриев, В.И. Математическое моделирование социально-экономического развития территорий / В.И. Дмитриев, А.А. Смирнов // Экономика и управление. – 2018. – № 3(59). – С. 56–63.
2. Зайцева, Л.А. Применение математического моделирования для прогнозирования экономического роста в регионах / Л.А. Зайцева // Вопросы экономики и управления. – 2020. – № 2(45). – С. 73–81.
3. Илларионов, С.А. Проектная деятельность в сфере государственного и муниципального управления как инструмент решения социально-экономических проблем / С.А. Илларионов // Публичное управление в России: новые импульсы, векторы, возможности : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 15–16 декабря 2020 года. Том Выпуск 5. – Саратов: Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина – филиал ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2021. – С. 128–131.
4. Кузнецов, В.А. Проектная деятельность как инструмент математического моделирования для социально-экономического развития территорий / В.А. Кузнецов, Е.С. Петрова // Научно-технический вестник СПГУПС. – 2019. – № 1(85). – С. 45–52.
5. Лебедев, И.В. Сценарный анализ в процессе математического моделирования для социально-экономического управления / И.В. Лебедев, С.Н. Шевченко // Ученые записки ТГУ. – 2021. – № 4. – С. 32–40.

6. Мартыненко, Т.Г. Проблемы и перспективы применения математического моделирования для социально-экономического развития территорий / Т.Г. Мартыненко, Е.Н. Сергеева // Вестник МГУ. – 2017. – № 5(76). – С. 21–28.
7. Москва Умный город – 2030. Краткая версия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://2030.mos.ru/netcat_files/userfiles/documents_2030/concept_tezis.pdf.
8. Огородников, П.А. Роль математического моделирования в управлении социально-экономическими процессами / П.А. Огородников // Управление развитием. – 2022. – № 1(88). – С. 37–44.
9. Панкратов, Е.Л. Введение в экономико-математическое моделирование. Учебное пособие / Е.Л. Панкратов, Е.А. Булаева, П.Б. Болдыревский. – Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2019. – 113 с.
10. Смирнов, В.И. Модели и методы математического моделирования для прогнозирования социальной динамики / В.И. Смирнов, М.В. Кузнецова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Экономика. – 2020. – № 1(45). – С. 29–37.
11. Стратегия развития цифровой экономики до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://static.government.ru>.
12. Тарасова, А.А. Использование сценарного анализа в математическом моделировании для управления социально-экономическим развитием территорий / А.А. Тарасова, Л.В. Пономарева // Вестник Югры. – 2018. – № 3(67). – С. 41–48.
13. Фролов, В.Н. Интеграция результатов математического моделирования в практическое управление социально-экономическими процессами / В.Н. Фролов, А.В. Иванов // Экономические исследования. – 2021. – № 4. – С. 54–61.
14. Чернышова, И.Б. Адаптация математических моделей для реализации эффективного социально-экономического развития регионов / И.Б. Чернышова, Е.В. Орлова // Вопросы региональной экономики и управления. – 2017. – № 2(34). – С. 15–23.

References

1. Dmitriyev, V.I. Matematicheskoye modelirovaniye sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territoriy / V.I. Dmitriyev, A.A. Smirnov // Ekonomika i upravleniye. – 2018. – № 3(59). – S. 56–63.
2. Zaytseva, L.A. Primeneniye matematicheskogo modelirovaniya dlya prognozirovaniya ekonomicheskogo rosta v regionakh / L.A. Zaytseva // Voprosy ekonomiki i upravleniya. – 2020. – № 2(45). – S. 73–81.
3. Illarionov, S.A. Proyekt'naya deyatel'nost' v sfere gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya kak instrument resheniya sotsial'no-ekonomicheskikh problem / S.A. Illarionov // Publichnoye upravleniye v Rossii: novyye impul'sy, mneniya, vozmozhnosti : Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Saratov, 15–16 dekabrya 2020 goda. Tom Vypusk 5. – Saratov: Povolzhskiy institut upravleniya imeni P.A. Stolypina – filial FGBOU VPO «Rossiyskaya akademiya narodnogo khozyaystva i gosudarstvennoy sluzhby pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii», 2021. – S. 128–131.
4. Kuznetsov, V.A. Proyekt'naya kak deyatel'nost' instrument matematicheskogo modelirovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya / V.A. Kuznetsov, Ye.S. Petrova // Nauchno-Tekhnicheskii vestnik SPGUPS. – 2019. – № 1(85). – S. 45–52.
5. Lebedev, I.V. Stsenarnyy analiz v protsesse matematicheskogo modelirovaniya dlya sotsial'no-ekonomicheskogo upravleniya / I.V. Lebedev, S.N. Shevchenko // Uchenyye zapiski TGU. – 2021. – № 4. – S. 32–40.
6. Martynenko, T.G. Problemy i perspektivy primeneniya matematicheskogo modelirovaniya dlya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territoriy / T.G. Martynenko, Ye.N. Sergeyeva // Vestnik MGU. – 2017. – № 5(76). – S. 21–28.
7. Moskva Umnyy gorod – 2030. Kratkaya versiya [Electronic resource]. – Access mode : https://2030.mos.ru/netcat_files/userfiles/documents_2030/concept_tezis.pdf.
8. Ogorodnikov, P.A. Rol' matematicheskogo modelirovaniya v upravlenii sotsial'no-ekonomicheskimi protsessami / P.A. Ogorodnikov // Upravleniye razvitiyem. – 2022. – № 1(88). –

S. 37–44.

9. Pankratov, Ye.L. Vvedeniye v ekonomiko-matematicheskoye modelirovaniye. Uchebnoye posobiye Ye.L. Pankratov, Ye.A. Bulayeva, P.B. Boldyrevskiy. – Nizhniy Novgorod : Nizhegorodskiy gosuniversitet, 2019. – 113 s.

10. Smirnov, V.I. Modeli i metody matematicheskogo modelirovaniya dlya prognozirovaniya sotsial'noy dinamiki / V.I. Smirnov, M.V. Kuznetsova // Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya Ekonomika. – 2020. – № 1(45). – S. 29–37.

11. Strategiya razvitiya tsifrovoy ekonomiki do 2030 goda [Electronic resource]. – Access mode : <http://static.government.ru>.

12. Tarasova, A.A. Ispol'zovaniye stsenarnogo analiza v matematicheskom modelirovanii dlya upravleniya sotsial'no-ekonomicheskimi razvitiyem territoriy / A.A. Tarasova, L.V. Ponomareva // Vestnik Yugry. – 2018. – № 3(67). – S. 41–48.

13. Frolov, V.N. Integratsiya rezul'tatov matematicheskogo modelirovaniya v prakticheskoye upravleniye sotsial'no-ekonomicheskimi protsessami / V.N. Frolov, A.V. Ivanov // Ekonomicheskiye issledovaniya. – 2021. – № 4. – S. 54–61.

14. Chernyshova, I.B. Adaptatsiya matematicheskikh modeley dlya realizatsii effektivnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov / I.B. Chernyshova, Ye.V. Orlova // Voprosy regional'noy ekonomiki i upravleniya. – 2017. – № 2(34). – S. 15–23.

© С.А. Илларионов, Л.В. Грахольская, А.О. Мантуров, 2024

УДК 69.04

В.Г. НИЗАМЕЕВ, Ф.Ф. БАШАРОВ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОГОНА СКАТНОЙ КРЫШИ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ИХ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Ключевые слова: местная устойчивость; предельная нагрузка; стальной тонкостенный холодногнутый профиль (СТХП); устойчивость.

Аннотация. Цель работы – исследование металлических тонкостенных холодногнутых профилей при сложном сопротивлении и оценка их несущей способности на примере прогона скатной крыши. Выполнены аналитические задачи исследования напряженно-деформированного состояния тонкостенных профилей с использованием методик, заложенных в отечественных нормах и европейских стандартах, и выявлены основные особенности определения их несущей способности.

Введение

В последнее время распространение в строительстве получили легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), в которых несущими элементами являются холодногнутые оцинкованные профили. Экономическая целесообразность применения тонкостенных холодногнутых профилей обусловлена их малым собственным весом при достаточно высокой жесткости. В зданиях и сооружениях, возводимых из ЛСТК, в качестве прогонов покрытия, как правило, применяются холодногнутые профили швеллерного сечения или шляпные профили.

Одним из сдерживающих факторов широкомасштабного использования ЛСТК являет-

ся отсутствие нормативной базы, регламентирующей область применения, расчет и конструирование таких конструкций. По этой причине строительным компаниям, которые пользуются технологией ЛСТК, зачастую приходится опираться на зарубежный опыт возведения зданий из тонкостенных холодногнутых элементов. Поэтому развитие теоретических положений для расчета и конструирования тонкостенных холодногнутых элементов в строительстве, которому посвящен ряд работ [1–5; 7–12], является актуальным.

В рамках данной статьи выполнены аналитические исследования напряженно-деформированного состояния конкретных профилей из СТХП по отечественным нормам и европейским стандартам и выявлены главные особенности определения их несущей способности.

Рассмотрены два вида профиля: швеллерное сечение и шляпный профиль. На прогон прикладывается распределенная нагрузка. Расчетная схема принята в виде однопролетной балки с шарнирным опиранием. Несущая способность определена из условия прочности пролетного сечения, где действуют максимальные изгибающие моменты в двух плоскостях опорного сечения, где касательные напряжения максимальны. После определенной таким образом предельной нагрузки выполнены поверочные расчеты на устойчивость: общую, потери формы сечения и местную. Проведен сравнительный анализ результатов расчета по Еврокоду 3 с расчетами, выполненными по СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

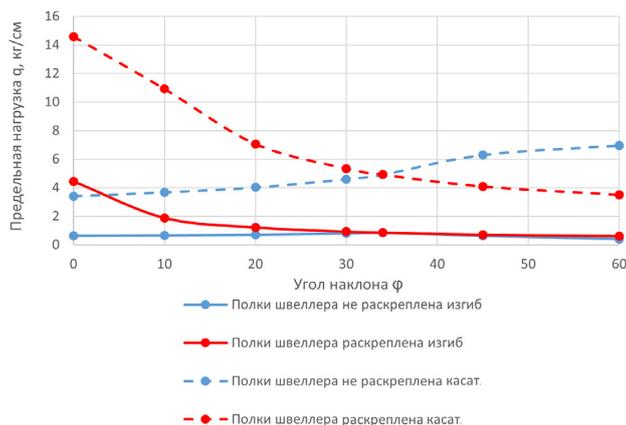


Рис. 1. Зависимость предельной нагрузки от угла наклона для швеллерного профиля

Расчет прогона скатной крыши из швеллера и шляпного профиля по российским нормам

Прогон скатной крыши испытывает сложное сопротивление (косой поперечный изгиб со стесненным кручением). В сечениях прогона возникают изгибающие моменты в двух главных плоскостях – M_x и M_y , соответствующие им поперечные силы Q_x и Q_y , моменты свободного кручения $M_{кр}$, моменты стесненного кручения M_ω и B_ω – бимомент.

Таким образом, согласно существующим российским нормам, для определения предельной нагрузки используем следующие расчетные формулы и положения нормативных документов.

Расчет на изгиб согласно СП 16.13330.2017 производится по формуле:

$$\frac{M_x}{I_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y}{I_{yn} R_y \gamma_c} x \pm \frac{B_\omega}{I_\omega R_y \gamma_c} \leq 1,$$

где B_ω – бимомент; I_ω – секториальный момент инерции; ω – секториальная площадь.

Расчет бимомента B производим, продифференцировав уравнение угла закручивания по формуле [2]:

$$B_\omega = \frac{m}{k^4} \left(1 - \frac{chk \left(\frac{l}{2} - z \right)}{ch \frac{kl}{2}} \right),$$

где $m = e * q$, q – равномерно-распределенная нагрузка; e – эксцентриситет приложения нагрузки;

$$e = \left(x_a + \frac{b}{2} - \frac{h}{2} tg \varphi \right) cos \varphi,$$

$$k = \sqrt{\frac{GI_t}{EI_\omega}};$$

I_ω – секториальный момент инерции.

Расчет по касательным напряжениям опорного сечения производится в следующем порядке.

Касательные напряжения от Q_x и Q_y определяем по формулам:

$$\tau_{xz} = \frac{Q_x S_y^{отс}}{t_w I_y}; \quad \tau_{yz} = \frac{Q_y S_x^{отс}}{t_w I_x}.$$

Определяем касательные напряжения от свободного кручения:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{I_{кр}} t_w.$$

Касательные напряжения стесненного кручения определяем по формуле:

$$\tau_w = - \frac{M_w S_w^{отс}}{t_w I_w}.$$

На рис. 1 и 2 приведены результаты расчетов прогона пролетом 2 м из швеллера и шляпного профиля при различных углах на-

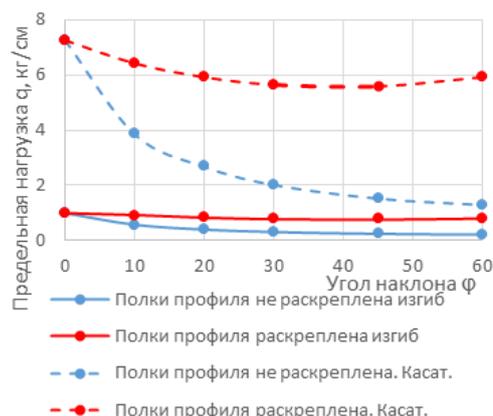


Рис. 2. Зависимость предельной нагрузки от угла наклона для шляпного профиля



Рис. 3. Зависимость предельной нагрузки от угла наклона для швеллерного сечения

клона с учетом и без учета раскрепления полок.

Из графиков видно, что несущая способность прогона из швеллерного сечения при раскрепленных полках больше и с увеличением угла наклона резко уменьшается. При угле наклона 34° предельная нагрузка максимальна, это обосновывается тем, что при таком угле наклона бимомент равняется нулю.

Несущая способность прогона из шляпного профиля при раскрепленных полках больше и с увеличением угла наклона плавно уменьшается. При нераскрепленных полках предельная нагрузка на прогон меньше и с увеличением угла наклона падает.

Определение несущей способности прогона с использованием рекомендаций Еврокода 3

Рекомендации европейских норм расчета и проектирования стальных конструкций EN 1993-1-3-2006 [6] в тонкостенных металлических конструкциях допускают потерю местной устойчивости сжатых элементов, составляющих поперечный профиль, при условии обеспечения общей несущей способности конструктивного элемента.

Результаты расчетов по методике Еврокода 3 [6] приведены ниже на рис. 3 и 4.

Как видно из графиков, предельная нагрузка при пролете 2 м для рассмотренных профилей (швеллерного и шляпного) в обоих случа-



Рис. 4. Зависимость предельной нагрузки от угла наклона для шляпного профиля

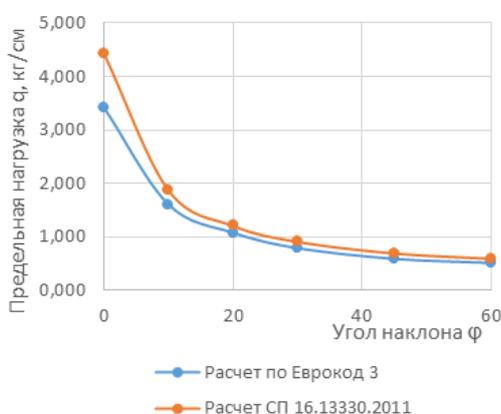


Рис. 5. График предельной нагрузки в зависимости от угла наклона для швеллерного сечения в пролете

ях, когда полки раскреплены и не раскреплены, определяется расчетом пролетного сечения. При этом для рассматриваемых прогонов устойчивость формы сечения и общая устойчивость профилей обеспечены.

Ниже приведен сравнительный анализ расчетов несущей способности прогона из швеллерного и шляпного профиля по методике Еврокод 3 и по СП 16.13330.2017.

По графикам видно, что несущая способность прогона из швеллерного и шляпного профиля в пролетном сечении, определенная по СП 16.13330.2017, на 10–20 % больше, чем определенная по Еврокоду 3.

Выводы

1. Расчеты по СП 16.13330.2017 и Еврокоду 3 для прогона из шляпного и швеллерного профилей с раскрепленными полками показали, что при определении их несущей способности

ключевым является расчет по нормальным напряжениям. При этом остальные условия по СП 16.13330.2017 и Еврокоду 3 (проверки устойчивости сжатой стенки и условие общей устойчивости балки и др.) для обоих профилей обеспечены с запасом.

2. Расчет несущей способности прогона из шляпного и швеллерного профиля по СП 16.13330.2017 дает завышенные значения на 10–20 %, чем по Еврокоду. Причина: по СП 16.13330.2017 не учитывается потеря местной устойчивости сжатых участков пластин профиля при достижении критических напряжений.

3. При расчете предельных нагрузок по изгибающим моментам в Еврокод 3 нормальное напряжение определяется делением на эффективные моменты сопротивления, рассчитанные для случая плоского изгиба в главных плоскостях, что приводит к несколько заниженным резуль-

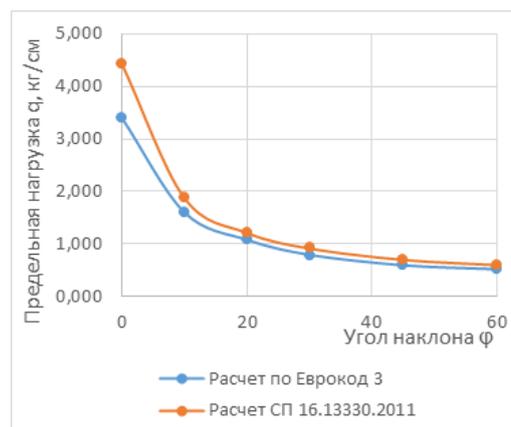


Рис. 6. График предельной нагрузки в зависимости от угла наклона для шляпного профиля в пролете

татам. Поэтому моменты сопротивления ского распределения нормальных напряжений $W_{x, eff}$ и $W_{y, eff}$ следует вычислять для фактиче- как при косом изгибе.

Список литературы

1. Конструирование зданий и сооружений. Легкие стальные тонкостенные конструкции : Электронный ресурс / Н.И. Ватин, Е.Н. Жмарин, В.Г. Куражова, К.Ю. Усанова. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2012.
2. Власов, В.З. Тонкостенные упругие стержни / В.З. Власов. – М. : Физматгиз, 1959. – 574 с.
3. Евзеров, И.Д. Задачи устойчивости для стержней и пластин / И.Д. Евзеров // Инженерно-строительный журнал. – 2014. – № 1(45). – С. 6–11.
4. Туснин, А.Р. Конечный элемент для численного расчета конструкций из тонкостенных стержней открытого профиля / А.Р. Туснин // Металлические конструкции. – 2009. – Т. 15. – № 1. – С. 73–78.
5. Bach-Baumann. Elastizität und Festigkeit / Bach-Baumann. – Berlin. – VDL. – 1909. – Т. 53. – S. 1710.
6. EN 1993-1-3:2006 Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1–3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting.
7. Niu, S. Distortional-global interaction buckling of stainless steel C-beams : Part I – Experimental investigation / S. Niu, K.J. Rasmussen, F. Fan // Journal of Constructional Steel Research. – 2014. – Issue 96. – P. 127–139.
8. Nizameev, V. Evaluation of bearing capacity of a beam on an elastic foundation using the methods of the theory of limiting balance / V. Nizameev, F. Basharov, L. Nizameeva // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE – 2021), Kazan. Vol. 274. – Franc : EDP Sciences, 2021. – P. 3029.
9. Nizameev, V. Load carrying ability and optimal characteristics of the roof slab made of profiled sheeting / V. Nizameev, F. Basharov, L. Nizameeva // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012049.
10. Низамеев, В.Г. Исследование несущей способности профилированного настила, подкрепленного шпренгельной системой / В.Г. Низамеев, Ф.Ф. Башаров // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 6(84). – С. 76–81.
11. Башаров, Ф.Ф. Методика оптимизации конструктивных параметров плит покрытия из профнастила, подкрепленного шпренгельной системой / Ф.Ф. Башаров, В.Г. Низамеев // Перспективы науки. – 2018. – № 7(106). – С. 81–87.

12. Низамеев, В.Г. Предельное состояние балки на упругом основании / В.Г. Низамеев, Ф.Ф. Башаров // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 12(138). – С. 17–22.

References

1. Konstruirovaniye zdaniy i sooruzheniy. Legkiye stal'nyye tonkostennyye konstruksii : Elektronnyy resurs / N.I. Vatin, Ye.N. Zhmarin, V.G. Kurazhova, K.YU. Usanova. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy politekhnicheskiy universitet, 2012.
2. Vlasov, V.Z. Tonkostennyye uprugiyе sterzhni / V.Z. Vlasov. – M. : Fizmatgiz, 1959. – 574 s.
3. Yevzerov, I.D. Zadachi ustoychivosti dlya sterzhney i plastin / I.D. Yevzerov // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. – 2014. – № 1(45). – S. 6–11.
4. Tusnin, A.R. Konechnyy element dlya chislennogo rascheta konstruksiy iz tonkostennykh sterzhney otkrytogo profilya / A.R. Tusnin // Metallicheskiye konstruksii. – 2009. – T. 15. – № 1. – S. 73–78.
10. Nizameyev, V.G. Issledovaniye nesushchey sposobnosti profilirovannogo nastila, podkreplennogo shprengel'noy sistemoy / V.G. Nizameyev, F.F. Basharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2018. – № 6(84). – S. 76–81.
11. Basharov, F.F. Metodika optimizatsii konstruktivnykh parametrov plit pokrytiya iz profnastila, podkreplennogo shprengel'noy sistemoy / F.F. Basharov, V.G. Nizameyev // Perspektivy nauki. – 2018. – № 7(106). – S. 81–87.
12. Nizameyev, V.G. Predel'noye sostoyaniye balki na uprugom osnovanii / V.G. Nizameyev, F.F. Basharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 12(138). – S. 17–22.

© В.Г. Низамеев, Ф.Ф. Башаров, 2024

УДК 69.04

В.Г. НИЗАМЕЕВ, Ф.Ф. БАШАРОВ, Д.М. МИХАЛАШ
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОГОНОВ ИЗ СТАЛЬНОГО ТОНКОСТЕННОГО ХОЛОДНОГНУТОГО ПРОФИЛЯ

Ключевые слова: местная устойчивость; предельная нагрузка; прогон; стальной тонкостенный холодногнутой профиль.

Аннотация. Целью работы является оценка несущей способности прогонов из стальных тонкостенных холодногнутой профилей с учетом их совместной работы с профнастилом. С использованием персонального компьютера (ПК) Лира-САПР и *Femap&Nastran* выполнены задачи численного исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) прогонов из тонкостенных профилей при сложном сопротивлении с учетом физической и геометрической нелинейности. Выявлена предельная несущая способность прогонов с учетом их совместной работы с профнастилом при разных уклонах кровли.

Введение

Рассматривая работу холодногнутого прогона, следует учитывать, что вследствие эксцентричного приложения нагрузки профиль, помимо изгиба, испытывает стесненное кручение [1–5]. Кроме того, на работу прогона существенное влияние оказывают ограждающие конструкции кровли (настил из профилированных стальных листов или сэндвич-панели). Без учета совместной работы прогона с ограждением невозможно выявить действительное напряженно-деформированное состояние профиля.

Необходимость определения напряжений, возникающих вследствие стесненного кручения профиля, вносит дополнительную сложность

в расчет [6–9]. Определение бимоментов, действующих в прогоне, осложняется также тем, что он раскреплен ограждающими конструкциями покрытия, из-за чего нельзя достаточно точно определить статическую схему прогона, а это исключает возможность применения стандартных табличных решений, используемых для обычных балок. Поэтому актуальной на сегодняшний день является задача исследования несущей способности прогонов покрытия из тонкостенных холодногнутой элементов с учетом совместной их работы с настилом.

В рамках данной статьи для исследования реальной работы прогонов скатной крыши созданы конечно-элементные модели ПК ЛИРА-САПР и *Femap&Nastran*, в которых реализована совместная работа прогона с кровлей из профлиста. Расчеты в ПК *Femap&Nastran* производились с учетом физической и геометрической нелинейности. Для исследования НДС и определения предельной несущей способности при разных уклонах крыши рассмотрены прогоны швеллерного и шляпного типа.

Конечно-элементная модель в ПК ЛИРА-САПР

Модель швеллерного и шляпного профиля составлена из универсальных четырехузловых пластинчатых конечных элементов. Граничные условия задаются в виде однопролетной балки с шарнирным опиранием. Для учета совместной работы прогона с ограждением верхняя полка швеллера закреплена стержнями с жесткостью, соответствующей для одной волны профлиста НС44-1000. Распределенная нагрузка прикладывается в зонах соприкосновения профилиро-

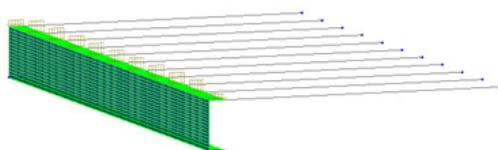


Рис. 1.1. Расчетная модель швеллерного профиля

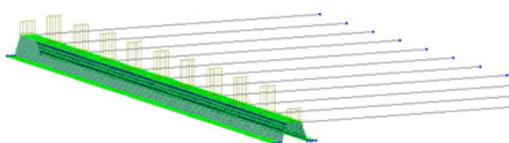


Рис. 1.2. Расчетная модель шляпного профиля



Рис. 2.1. Зависимость предельной нагрузки от угла наклона для швеллерного профиля

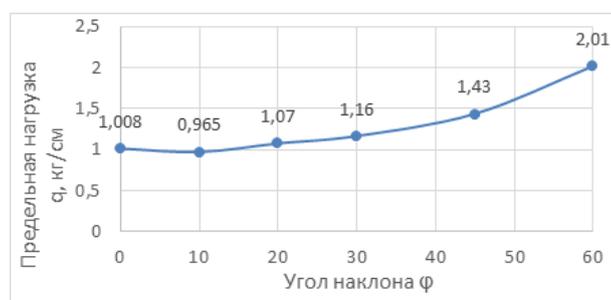


Рис. 2.2. Зависимость предельной нагрузки от угла наклона для шляпного профиля

ванного листа с прогоном (рис. 1.1 и 1.2).

Результаты расчетов в ПК ЛИРА-САПР

В результате проведенных численных исследований в ПК Лира-САПР получены графики предельной нагрузки в зависимости от угла наклона крыши (рис. 2.1 и 2.2).

Увеличение предельной нагрузки с увеличением угла наклона связано в основном с тем,

что скатное составляющее нагрузки и изгибающего момента воспринимается также профлистом, который в расчетной модели представлен стержневыми элементами, жесткости которых равняются жесткости одной волны профлиста.

Конечно-элементная модель и результаты расчетов в ПК Femap&Nastran

Модель швеллерного и шляпного профиля

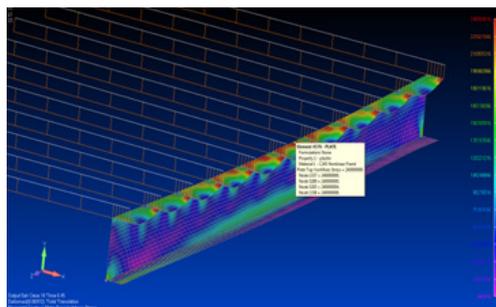


Рис. 3.1. Начало появления участков местной потери устойчивости в верхней сжатой полке. Достижение напряжений в верхней полке предела текучести

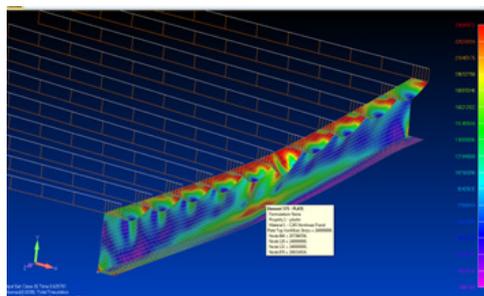


Рис. 3.2. Развитие пластических деформаций

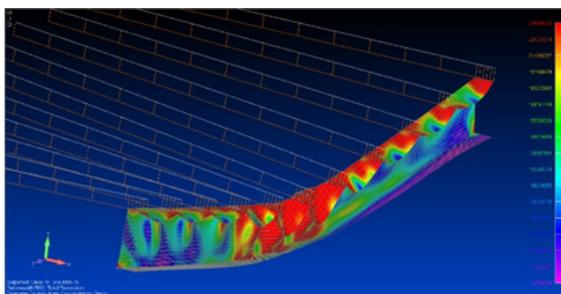


Рис. 3.3. Этап разрушения профиля

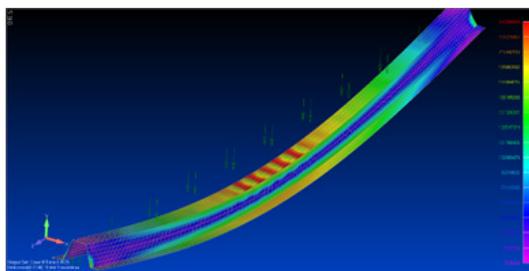


Рис. 4.1. Начало появления участков местной потери устойчивости в верхней сжатой полке. Достижение напряжений в верхней полке предела текучести

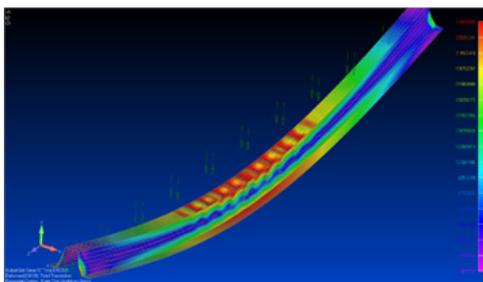


Рис. 4.2. Развитие пластических деформаций в сжатой верхней полке стенки. Увеличение местной потери устойчивости

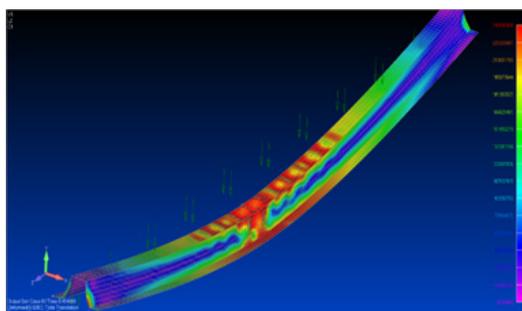


Рис. 4.3. Развитие пластических деформаций в сжатой верхней полке и стенке. Увеличение местной потери устойчивости (этап предшествующий разрушению)

составлена из универсальных четырехузловых пластинчатых конечных элементов с учетом геометрической и физической нелинейности. В нелинейной постановке нагрузка прикладывается поэтапно на деформированную модель, и расчет производился до условного разрушения конструкции. По результатам расчетов определены формы потери местной и общей устойчивости.

Ниже на рис. 3.1–3.3 приведены результаты расчетов прогона швеллерного типа на отдельных этапах нагружения.

Ниже на рис. 4.1–4.3 приведены результаты расчетов прогона из шляпного профиля на отдельных этапах нагружения.

Выводы по результатам исследований

1. Численные исследования прогона показали, что при всех углах наклона значения предельных нагрузок в нелинейной постановке (с использованием ПК *Femap&Nastran*) ниже, чем для линейной постановки (в ПК Лира-

САПР).

2. Как видно из изополей деформаций и напряжений (рис 3.1–4.3), использование физически и геометрически нелинейной модели в ПК *Femap&Nastran* учитывает потерю местной устойчивости сжатых участков при достижении сжимающих напряжений критического значения. Также видно, что в момент разрушения происходит образование обширных пластических зон в середине пролета (образование шарнира пластичности).

3. С увеличением угла наклона при всех расчетах предельная нагрузка увеличивается. Это связано с тем, что скатное составляющее нагрузки и изгибающего момента воспринимается также и профлистом, который в расчетной модели представлен стержневыми (балочными) элементами.

4. По расчету на ПК *Femap&Nastran* наиболее напряженными зонами являются сжатые зоны полки и стенки профилей, при этом они остаются таковыми вплоть до разрушения.

Список литературы

1. Конструирование зданий и сооружений. Легкие стальные тонкостенные конструкции : Электронный ресурс / Н.И. Вагин, Е.Н. Жмарин, В.Г. Куражова, К.Ю. Усанова. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2012.
2. Власов, В.З. Тонкостенные упругие стержни / В.З. Власов. – М. : Физматгиз, 1959. – 574 с.
3. Евзеров, И.Д. Задачи устойчивости для стержней и пластин / И.Д. Евзеров // Инженерно-строительный журнал. – 2014. – № 1(45). – С. 6–11.
4. Туснин, А.Р. Конечный элемент для численного расчета конструкций из тонкостенных стержней открытого профиля / А.Р. Туснин // Металлические конструкции. – 2009. – Т. 15. – № 1. – С. 73–78.
5. Nizameev, V. Evaluation of bearing capacity of a beam on an elastic foundation using the methods of the theory of limiting balance / V. Nizameev, F. Basharov, L. Nizameeva // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE – 2021), Kazan. Vol. 274. – Franc : EDP Sciences, 2021. – P. 3029.
6. Nizameev, V. Load carrying ability and optimal characteristics of the roof slab made of profiled sheeting / V. Nizameev, F. Basharov, L. Nizameeva // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012049.
7. Низамеев, В.Г. Исследование несущей способности профилированного настила, подкрепленного шпренгельной системой / В.Г. Низамеев, Ф.Ф. Башаров // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 6(84). – С. 76–81.
11. Башаров, Ф.Ф. Методика оптимизации конструктивных параметров плит покрытия из профнастила, подкрепленного шпренгельной системой / Ф.Ф. Башаров, В.Г. Низамеев // Перспективы науки. – 2018. – № 7(106). – С. 81–87.
12. Низамеев, В.Г. Предельное состояние балки на упругом основании / В.Г. Низамеев, Ф.Ф. Башаров // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 12(138). – С. 17–22.

References

1. Konstruirovaniye zdaniy i sooruzheniy. Legkiye stal'nyye tonkostennyye konstruksii : Elektronnyy resurs / N.I. Vatin, Ye.N. Zhmarin, V.G. Kurazhova, K.YU. Usanova. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy politekhnicheskiy universitet, 2012.
2. Vlasov, V.Z. Tonkostennyye uprugiyе sterzhni / V.Z. Vlasov. – M. : Fizmatgiz, 1959. – 574 s.
3. Yevzerov, I.D. Zadachi ustoychivosti dlya sterzhney i plastin / I.D. Yevzerov // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. – 2014. – № 1(45). – S. 6–11.
4. Tusnin, A.R. Konechnyy element dlya chislenного rascheta konstruksiy iz tonkostennykh sterzhney otkrytogo profilya / A.R. Tusnin // Metallicheskiye konstruksii. – 2009. – T. 15. – № 1. – S. 73–78.
5. Nizameev, V. Evaluation of bearing capacity of a beam on an elastic foundation using the methods of the theory of limiting balance / V. Nizameev, F. Basharov, L. Nizameeva // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE – 2021), Kazan. Vol. 274. – Franc : EDP Sciences, 2021. – P. 3029.
6. Nizameev, V. Load carrying ability and optimal characteristics of the roof slab made of profiled sheeting / V. Nizameev, F. Basharov, L. Nizameeva // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan. Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. – P. 012049.
7. Nizameyev, V.G. Issledovaniye nesushchey sposobnosti profilirovannogo nastila, podkreplennogo shprengel'noy sistemoy / V.G. Nizameyev, F.F. Basharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2018. – № 6(84). – S. 76–81.

11. Basharov, F.F. Metodika optimizatsii konstruktivnykh parametrov plit pokrytiya iz profnastila, podkreplennogo shprengel'noy sistemoy / F.F. Basharov, V.G. Nizameyev // Perspektivy nauki. – 2018. – № 7(106). – S. 81–87.

12. Nizameyev, V.G. Predel'noye sostoyaniye balki na uprugom osnovanii / V.G. Nizameyev, F.F. Basharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 12(138). – S. 17–22.

© В.Г. Низамеев, Ф.Ф. Башаров, Д.М. Михалаш, 2024

УДК 004.056.52

А.О. ПЕНЗИН¹, А.Г. ОБУХОВ^{2,3}¹ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень;²Российская Академия Естествознания;³Российский национальный комитет по теоретической и прикладной механике, г. Москва

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Ключевые слова: атака; защита информации; информационная безопасность; информация; искусственный интеллект; моделирование; система защиты информации; угроза.

Аннотация. Цель статьи заключается в определении подходов к моделированию эффективных систем защиты информации в высших учебных заведениях. В статье подчеркивается актуальность обеспечения информационной безопасности в секторах деятельности Российской Федерации, приведена статистика воздействий злоумышленников на сферу образования, представлены негативные последствия на информацию в учебных заведениях, обоснована необходимость совершенствования системы защиты информации учебного заведения, разработана типовая структура системы защиты информации организации, проанализированы существующие способы и механизмы защиты информации в организациях, перечислены основные виды моделей в системном анализе, описаны общие этапы моделирования системы, рассмотрены существующие примеры реализации систем защиты информации в мировом сообществе, а также перечислены решения по защите информации в различных учебных заведениях нашей страны. Сделан вывод о том, что в связи с растущим интересом к технологиям искусственного интеллекта и увеличением случаев его применения при различных атаках на информацию высших учебных заведений необходимо комплексно применять существующие способы и механизмы защиты информации, а также постоянно совершенствовать систему защиты информации

в соответствии с новыми возможностями злоумышленников, для этих целей необходимо уметь применять современные методы моделирования, что позволит своевременно реагировать на современные угрозы информационной безопасности.

В настоящее время огромную роль в различных учебных организациях играет правильно выстроенная политика по обеспечению информационной безопасности (ИБ), гарантирующая защищенность информации, циркулирующей в конкретной информационной системе, такие данные, например, могут содержать в себе конфиденциальные сведения об обучающихся и преподавателях, а также об интеллектуальной собственности [10]. Известны случаи, когда при несоблюдении требований по защите информации наступают неблагоприятные последствия в виде утечки конфиденциальной информации и нарушения основной деятельности организаций [1].

Важность информационной безопасности до сих пор во многих организациях не осознают, одни рассматривают обеспечение защиты информации как лишние траты, другие – как необходимость, за счет чего у них и повышается эффективность работы [10].

Следует отметить, что немалое количество руководителей учебных заведений считает, что к информационной безопасности имеют отношение только сотрудники органов обеспечения безопасности информации, что, конечно же, является заблуждением.

В 2024 г. ведущие компании, специализирующиеся на защите информации, отмечают



Рис. 1. Распределение случаев возникновения угроз информационной безопасности по секторам деятельности в Российской Федерации

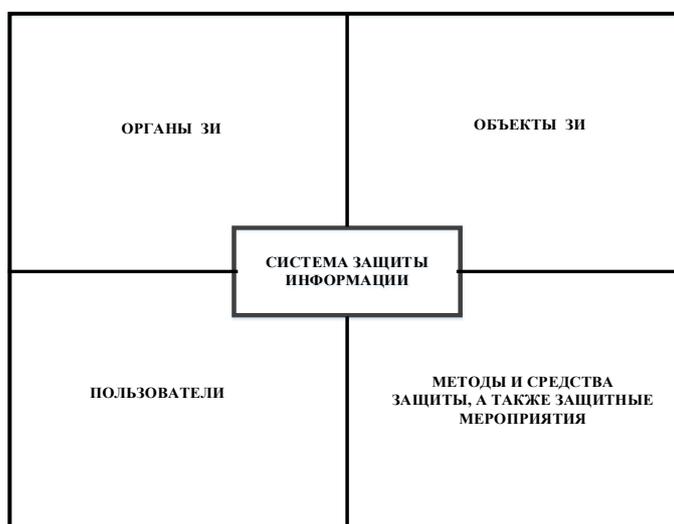


Рис. 2. Структура типовой системы защиты информации

рост атак (под атакой понимается любое действие, нарушающее безопасность информационной системы [8]) на различные государственные секторы деятельности [1; 2].

Необходимость обращения главного вектора своего внимания руководителей высших учебных заведений и соответствующих должностных лиц, являющихся регуляторами и исполнителями требований по ИБ, подтверждается тем, что сектор «Образование» вошел в пятерку индустрий с наиболее частыми случаями возникновения опасности нарушения ИБ (рис. 1) [2].

Кроме того, в текущем году отмечается использование вредоносного программного обеспечения, основанного на применении

технологий искусственного интеллекта, что ознаменовало прорыв в методологии проведения атак, также нейронные сети стали использоваться для поиска и распознавания текста и фото на изображениях, связанных с учетными данными, в том числе для входа в электронные кошельки, также вследствие этого появляется возможность создавать различные видеоролики (дипфейки) по распознанному фото пользователей информационных систем учебных заведений [1].

Таким образом, если не уделять должного внимания информационной безопасности, в высшем учебном заведении всегда будут возникать юридические и репутационные риски [5; 10].

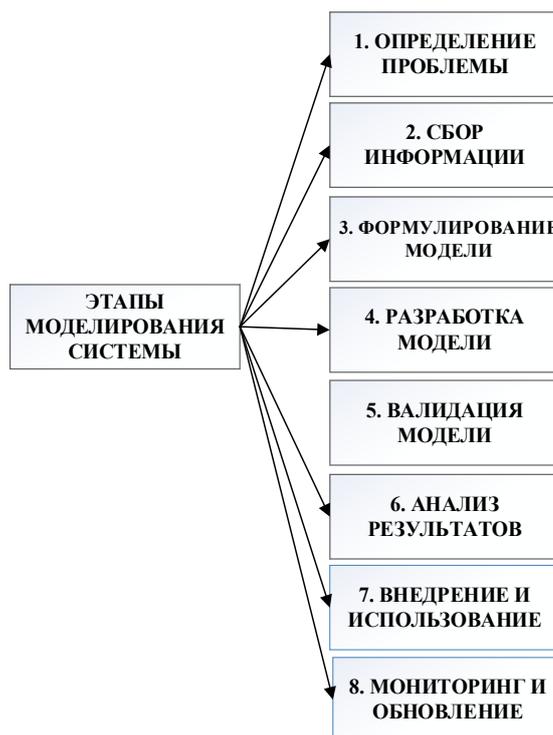


Рис. 3. Этапы моделирования системы

Требуемый уровень защищенности информации в высшем учебном заведении поддерживает система защиты информации (СЗИ) [6; 8]. Типовая структура построения СЗИ представлена на рис. 2.

Структура системы защиты информации наглядно отображает взаимосвязь ее основных элементов и видно, что при нарушении работы любого элемента произойдет сбой работы всей СЗИ.

В связи с особенностями функционирования учебных заведений, а также динамики возникновения требований и новых угроз безопасности информации необходимо постоянно совершенствовать существующую модель защиты информации в конкретном учебном заведении [5; 6].

Для этих целей необходимо разбираться в основах моделирования и системного анализа. Модели используются в разных областях науки, техники, экономики и искусства для упрощения, объяснения и предсказания поведения сложных систем [3].

Существует несколько основных подходов к моделированию систем [7]: аналитическое моделирование, дискретное моделирование,

статистическое моделирование, симуляционное моделирование, чертежное и графическое моделирование, моделирование на основе осмысленных структур, функциональное моделирование, моделирование на основе системной динамики, итеративное и адаптивное моделирование, моделирование на основе теории графов.

Следует выделить в особую ветвь моделирование на основе нейросетей, при котором используются искусственные нейронные сети для решения различных задач, таких как обнаружение аномалий в сетевом трафике или поведении пользователей, классификации угроз для идентификации различных типов угроз ИБ, фильтрации контента и анализа содержимого электронных писем и веб-страниц на предмет подозрительных ссылок, обработки и анализа больших данных [9].

Моделирование системы – это процесс создания абстрактной модели реального объекта или процесса для изучения его поведения, анализа и оптимизации [3]. Этапы моделирования системы [7] представлены на рис. 3.

В существующих СЗИ учебных заведений

реализованы следующие способы и приемы защиты информации [4; 6]: физическая защита, логическая защита, криптографическая защита данных, применение различных политик и процедур доступа к данным, аудит и мониторинг, использование разрешенных информационно-образовательных систем, применение комплексных систем управления информационной безопасностью.

В настоящее время успешно применяются нижеперечисленные модели систем защиты информации в мировом сообществе [9]: модель *Confidentiality – Integrity – Availability (CIA)*, модель *DREAD*, модель *Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation (OCTAVE)*, модель *National Institute of Standards and Technology (NIST)*, стандарт *ISO/IEC 27001*, модели с защитой на уровне сети (*Network Security Model*).

Защита информации в учебных заведениях требует комплексного подхода, основанного на использовании проверенных моделей и стандартов. Сочетание этих моделей позволяет минимизировать риск наступления негативных последствий.

Целесообразно сделать акцент на существующих примерах реализации решений по защите информации в высших учебных заведениях.

1. Системы, обеспечивающие аутентификацию и авторизацию пользователей:

– *Active Directory (AD)* используется для управления пользователями и правами доступа к ресурсам в сетевой среде образовательного учреждения;

– *Role-Based Access Control (RBAC)* предназначена для управления доступом на основе ролей, позволяет назначать права доступа в зависимости от роли пользователя (студент, преподаватель, администратор).

2. Антивирусные и антималварные системы, предназначенные для защиты устройств от вредоносных программ, таких как вирусы, трояны и шпионское программное обеспечение:

– *Symantec Antivirus* обеспечивает защиту от различных типов вредоносного программного обеспечения на компьютерах студентов и сотрудников;

– *McAfee Endpoint Security* предназначена для обеспечения комплексной безопасности от вирусов и угроз в реальном времени.

3. Файрволы (межсетевые экраны) контролируют входящий и исходящий сетевой трафик на основе заданных правил безопасности:

– *Cisco Adaptive Security Appliance (ASA)* используется для защиты сетевой инфраструктуры учебного заведения, фильтрует трафик и блокирует подозрительные соединения;

– *PfSense* может использоваться для защиты закрытой сети.

4. Системы обнаружения и предотвращения вторжений (*IDS/IPS*) анализируют сетевой трафик на присутствие вредоносной активности, а также могут активировать меры защиты:

– *Snort* система обнаружения вторжений, используемая для обнаружения и предотвращения атак в реальном времени;

– *Suricata* система *IDS/IPS* может быть применена для мониторинга активности сети.

5. Системы шифрования данных используются для защиты конфиденциальной информации, обеспечивая ее безопасность при передаче и хранении:

– *VeraCrypt* предназначена для шифрования жестких дисков и отдельных файлов, используется для защиты данных, содержащих личную информацию студентов и исследовательские материалы;

– *Transport Layer Security (TLS)* предназначена для защиты данных при передаче по сети.

6. Системы резервного копирования и восстановления данных обеспечивают сохранность критически важных данных, позволяя восстановить их в случае утраты или повреждения:

– *Acronis Backup* решение для резервного копирования и восстановления данных образовательных учреждений, позволяющее защищать данные на серверах и рабочих станциях;

– *Commvault* предназначена для резервного копирования и восстановления, содержит функции управления данными и их защиты.

7. Системы управления инцидентами безопасности (*SIEM*) помогают собирать и анализировать данные о событиях безопасности для повышения эффективной реакции на инциденты:

– *Splunk* может использоваться для мониторинга событий безопасности и выявления угроз в режиме реального времени;

– *IBM QRadar* обеспечивает сбор, нормализацию и анализ данных о безопасности в учебных заведениях.

8. Системы обучения и повышения осведомленности сотрудников и студентов:

– *PhishMe* применяется для обучения сотрудников распознавать фишинг-атаки и другие виды киберугроз;

– *KnowBe4* обучает основам по кибербезопасности, тем самым позволяет повысить осведомленность о безопасности среди студентов и персонала.

В заключение целесообразно сделать акцент на том, что в связи с растущим интересом к технологиям искусственного интеллекта и увеличением случаев его применения при различных атаках на информацию высших учебных заведений необходимо комплексно применять существующие способы и механизмы защиты информации, а также постоянно совершенствовать систему защиты информации в соответствии с новыми возможностями злоумышленников, для этих целей необходимо уметь применять современные методы моделирования, что позволит своевременно реагировать на современные угрозы информационной безопасности.

Список литературы

1. Актуальные киберугрозы: II квартал 2024 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/aktualnye-kiberugrozy-ii-kvartal-2024-goda/#id1>.
2. Аналитические отчеты «Лаборатории Касперского» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://go.kaspersky.com/rs/802-IJN-240/images/Report_Threat_Landscape_RU.pdf.
3. Афонин, В.В. Моделирование систем / В.В. Афонин, С.А. Федосин. – М. : Интернет-университет информационных технологий, Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 232 с.
4. Вострецова, Е.В. Основы информационной безопасности: учебное пособие для студентов вузов / Е.В. Вострецова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 204 с.
5. Гиберт, В.В. Моделирование будущего / В.В. Гиберт. – СПб : ИГ Весь, 2018. – 320 с.
6. Груздева, Л.М. Основы информационной безопасности: учебное пособие : в 2 частях / Л.М. Груздева. – М. : РУТ (МИИТ), 2017. – 101 с.
7. Советов, Б.Я. Моделирование систем: практикум / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высшая школа, 2016. – 224 с.
8. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 31. – С. 3448.
9. Kwok, L.F. Security Modelling for Risk Analysis. Proc / L.F. Kwok, D. Longley // 18th IFIP World Computer Congress, IFIP 2004. – Toulouse, France, 2004. – P. 2945.
10. Hina, S. Information Security Policies: Investigation of Compliance in Universities / S. Hina, P.D.D. Dominic // Information security policies: Investigation of compliance in universities / IEEE Conference Publication / IEEE Xplore, 2016.

References

1. Aktual'nyye kiberugrozy: II kvartal 2024 goda [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/aktualnye-kiberugrozy-ii-kvartal-2024-goda/#id1>.
2. Analiticheskiye otchety «Laboratorii Kasperskogo» [Electronic resource]. – Access mode : https://go.kaspersky.com/rs/802-IJN-240/images/Report_Threat_Landscape_RU.pdf.
3. Afonin, V.V. Modelirovaniye sistem / V.V. Afonin, S.A. Fedosin. – M. : Internet-universitet informatsionnykh tekhnologiy, Binom. Laboratoriya znaniy, 2015. – 232 s.
4. Vostretsova, Ye.V. Osnovy informatsionnoy bezopasnosti: uchebnoye posobiye dlya studentov vuzov / Ye.V. Vostretsova. – Yekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2019. – 204 s.
5. Gibert, V.V. Modelirovaniye budushchego / V.V. Gibert. – SPb : IG Ves', 2018. – 320 s.
6. Gruzdeva, L.M. Osnovy informatsionnoy bezopasnosti: uchebnoye posobiye : v 2 chastyakh /

L.M. Gruzdeva. – M. : RUT (MIIT), 2017. – 101 s.

7. Sovetov, B.YA. Modelirovaniye sistem: praktikum / B.YA. Sovetov, S.A. Yakovlev. – M. : Vysshaya shkola, 2016. – 224 s.

8. Federal'nyy zakon ot 27.07.2006 № 149-FZ «Ob informatsii, informatsionnykh tekhnologiyakh i o zashchite informatsii» // Sobraniye zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii. – 2006. – № 31. – S. 3448.

© А.О. Пензин, А.Г. Обухов, 2024

УДК 004.415.2:004.451.42:004.42

Е.М. РУДОЙ

АО «СберТех», г. Москва;

Ассоциация «Hackathon Raptors», г. Лондон

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА НОВОГО ПОДХОДА К МОДУЛЬНОМУ ТЕСТИРОВАНИЮ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ JUNIT И MOCKITO

Ключевые слова: автоматизация тестов; асинхронные процессы; контрактное тестирование; модульное тестирование; платежные системы; *JUnit*; *Mockito*.

Аннотация. Цель исследования – разработка нового подхода к модульному тестированию платежных систем для повышения качества тестирования и сокращения времени разработки.

Гипотеза: предложенный подход, основанный на интеграции *JUnit* и *Mockito* с автоматизацией моков, проверкой контрактов *API* и поддержкой асинхронных операций, улучшит покрытие кода и снизит количество ошибок.

Задачи: разработка механизмов автоматической настройки моков, тестирования *API*-контрактов, управления состоянием базы данных и проверки асинхронных процессов.

Методы: использование *JUnit*, *Mockito*, *Pact*, *CountDownLatch* и *CompletableFuture* для реализации тестов.

Результаты: новый подход увеличивает покрытие кода до 85 %, снижает количество ошибок в продуктовой среде (продакшн) на 30 % и сокращает время разработки тестов на 25 %.

Введение

В условиях цифровизации финансовой отрасли платежные системы обеспечивают миллиарды транзакций ежедневно, создавая основу для цифровых банков и международных платформ. Высокие требования к безопасности, надежности и производительности усложняют их

разработку и тестирование.

Модульное тестирование – ключевой инструмент обеспечения качества, однако разработчики сталкиваются с вызовами.

1. Интеграция с внешними *API* – проверка контрактов и обработка сбоев сторонних сервисов.

2. Асинхронные процессы – тестирование транзакций в реальном времени требует специализированных подходов.

3. Сложные бизнес-правила – проверка отмен, лимитов и нормативных требований нуждается в тщательной проработке.

Инструменты, такие как *JUnit* и *Mockito*, полезны, но имеют ограничения в работе с такими системами, особенно из-за статических моков и изменений *API*.

Цель исследования – разработка нового подхода к модульному тестированию на основе интеграции *JUnit* и *Mockito* с автоматизацией.

Задачи исследования следующие.

1. Оптимизация тестирования асинхронных операций.

2. Автоматизация проверки *API*-контрактов.

3. Проверка сложной бизнес-логики с динамическими моками.

Ожидаемые результаты

Новый подход повышает покрытие кода до 85 %, снижает ошибки в продакшене на 30 % и сокращает время разработки тестов на 25 %, что делает его ценным для высоконагруженных систем.

Методы исследования

Традиционные подходы к модульному те-

Таблица 1. Сравнение показателей различных подходов тестирования

Параметр	Традиционный подход	Новый подход
Покрытие кода (%)	65	85
Время разработки тестов	Высокое	Среднее
Сложность поддержки	Высокая	Низкая
Ошибки в продакшене	15	2

стированию – *JUnit* и *Mockito* – широко используются для тестирования функциональности отдельных компонентов: *JUnit* обеспечивает проверку классов и методов, *Mockito* – создание моков для изоляции зависимостей. Однако эти инструменты имеют ограничения.

1. Нет динамической настройки моков: обновление моков вручную при изменении *API* увеличивает трудозатраты и снижает актуальность тестов.

2. Сложность тестирования асинхронных процессов: требуется дополнительный код для проверки корректности выполнения задач и обработки очередей.

3. Отсутствие проверки контрактов: несоответствие спецификаций *API* остается незамеченным, что может вызывать интеграционные ошибки.

Новый подход

Разработанная методология расширяет возможности *JUnit* и *Mockito*, устраняя эти недостатки.

1. Динамическое конфигурирование моков – автоматическое создание заглушек с использованием *Reflection* и аннотаций.

2. Проверка контрактов *API* – интеграция с библиотекой *Pact* для автоматической валидации запросов и ответов.

3. Обработка асинхронных процессов – использование *CompletableFuture* и *CountDownLatch* для контроля выполнения задач.

4. Управление состоянием базы данных: транзакции восстанавливают исходное состояние после тестов, изолируя их друг от друга.

Примеры реализации

Моки автоматически настраиваются перед

каждым тестом, упрощая управление зависимостями:

```
@Mock
PaymentGateway paymentGateway;
```

```
@BeforeEach
void setup() {
    MockitoAnnotations.openMocks(this);
    when(paymentGateway.
        processPayment(any())).thenReturn(new
        PaymentResponse("SUCCESS"));
}
```

Асинхронные задачи проверяются с помощью *CountDownLatch*:

```
@Test
void testAsyncProcessing() throws
InterruptedException {
    CountDownLatch latch = new
    CountDownLatch(1);

    CompletableFuture.runAsync(() -> {
        paymentService.processTransaction(transaction);
        latch.countDown();
    });

    assertTrue(latch.await(1, TimeUnit.
    SECONDS), "Processing did not complete in
    time");
}
```

Проверка *API*-контрактов с библиотекой *Pact*:

```
@Test
@PactVerification(fragment =
"createPaymentPact")
void verifyPaymentContract() {
```

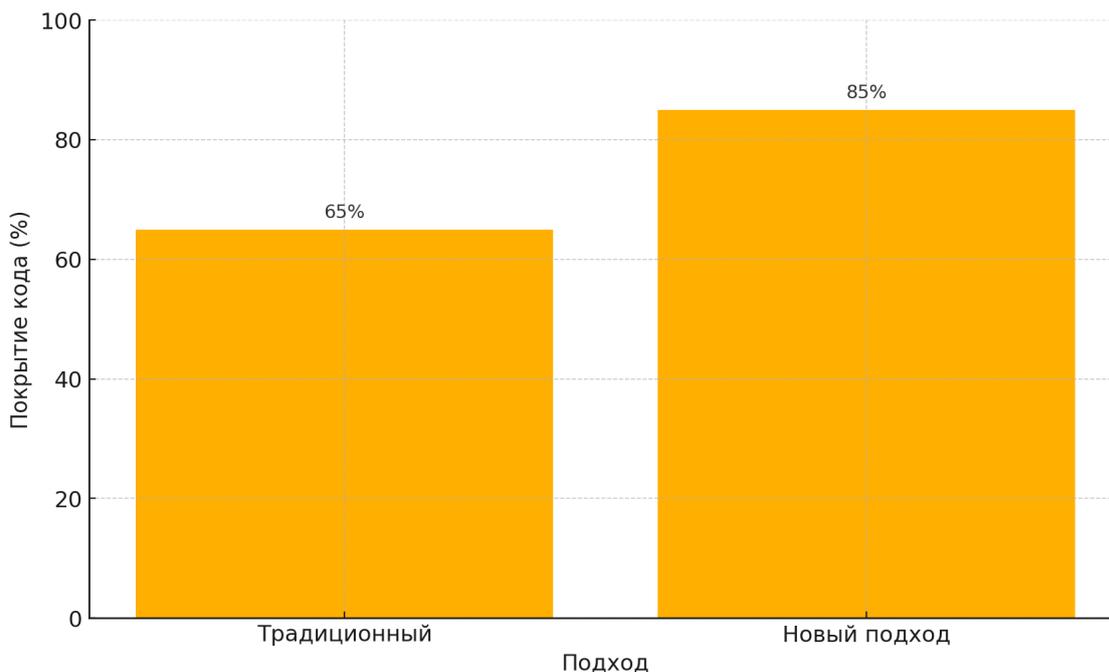


Рис. 1. Улучшение покрытия кода при использовании нового подхода

```

PaymentRequest request = new
PaymentRequest("123", 100.0);
assertEquals("SUCCESS", paymentGateway.
processPayment(request).getStatus());
}
    
```

Этот подход автоматизирует тестирование API, упрощает работу с асинхронными процессами и повышает качество тестов.

Результаты исследования

1. Оценка производительности.

Эксперименты сравнили новый подход с традиционными методами, оценив покрытие кода, работу с асинхронными задачами и тестирование API-контрактов.

2. Масштабируемость.

Новый подход устойчив к изменениям требований, автоматическая проверка контрактов минимизирует доработки при добавлении новых API.

Выводы

1. Новый подход сокращает затраты на поддержку тестов.

2. Надежность системы повышается благодаря автоматизации проверки контрактов

и упрощению работы с асинхронными процессами.

Преимущества нового подхода

1. Улучшенное покрытие кода: автоматическая настройка моков и проверка API-контрактов расширяют охват тестов, особенно для сложных систем. Например, использование библиотек типа Pact минимизирует ошибки при работе с внешними API.

2. Снижение ошибок: проверка контрактов на этапе тестирования позволяет выявлять и устранять несоответствия форматов запросов и ответов еще на ранних этапах, сокращая затраты на исправление.

3. Ускорение разработки: автоматизация моков и шаблонов тестов уменьшает время на их создание на 25–30 %.

4. Обработка асинхронных процессов: использование CountdownLatch и CompletableFuture гарантирует надежность тестов и корректность выполнения задач.

Ограничения

1. Первоначальная настройка требует времени на внедрение библиотек (например, Pact) и создание инструментов управления состояни-

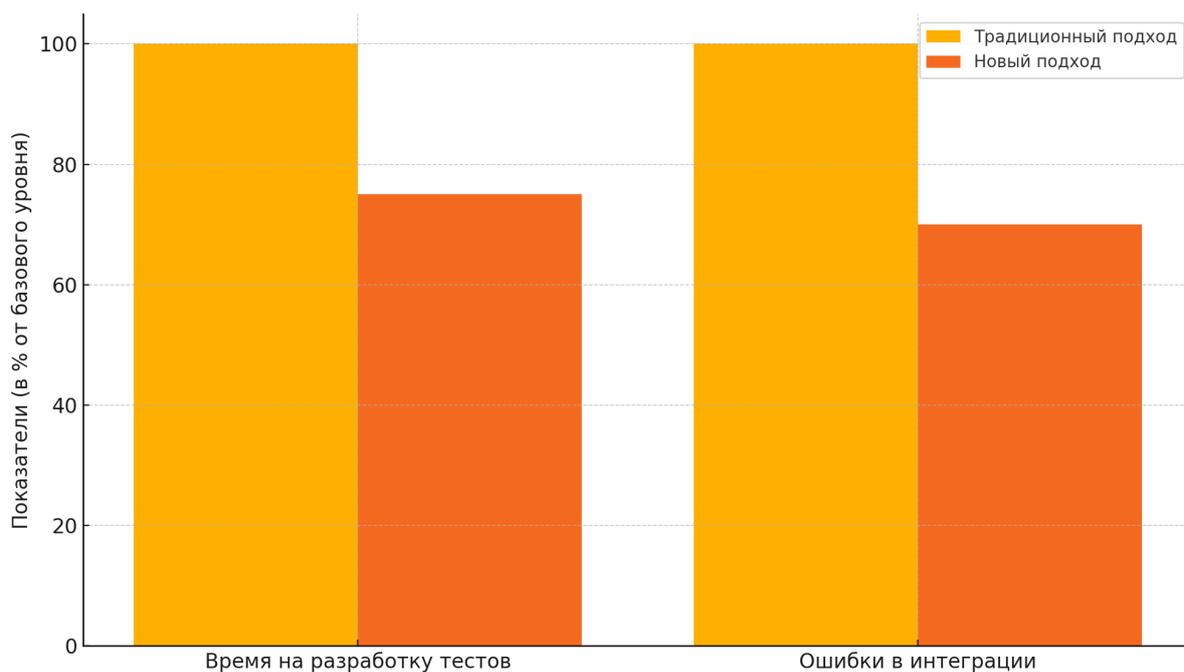


Рис. 2. Эффективность нового подхода

ем базы данных.

2. Совместимость: старые *API* могут не поддерживать автоматическую проверку контрактов, что увеличивает трудозатраты. Проблема частично решается созданием адаптеров для нестандартных протоколов.

Перспективы развития

1. Разработка инструментов упрощенной настройки и шаблонов тестов для типовых платежных систем.
2. Расширение поддержки устаревших *API* с помощью адаптеров.
3. Автоматизация анализа тестов: инструменты для оценки покрытия, времени выполнения и создания отчетов.

Визуализация эффективности подхода

Новый подход демонстрирует снижение времени на разработку тестов на 25 % и сокращение ошибок интеграции на 30 % по сравнению с традиционными методами. Эти показатели подтверждают его эффективность в повышении производительности команды и улучшении качества системы.

Заключение

Статья представляет новый подход к модульному тестированию платежных систем, который устраняет недостатки традиционных методов: низкое покрытие кода, сложность проверки асинхронных процессов и интеграции с *API*, а также трудоемкость написания тестов.

Результаты исследования

1. Покрытие кода увеличено до 85 % благодаря автоматической генерации моков, контрактному тестированию и улучшенной поддержке асинхронных процессов.
2. Снижение ошибок в продакшене на 30 % за счет автоматической проверки *API*-контрактов с использованием *Pact*.
3. Эффективность разработки выросла: время на создание и сопровождение тестов сократилось на 25–30 %.

Преимущества

1. Гибкость и адаптивность: методология подходит для сложных систем, включая финансовые приложения и аналитические платформы.
2. Масштабируемость: интеграция с *CI/CD*.

CD позволяет автоматизировать тестирование и ускорить выпуск новых версий.

3. Надежность: транзакционный подход изолирует тесты и гарантирует консистентность данных.

Ограничения

1. Требуется время на настройку среды и конфигурацию автоматической генерации моков.

2. Некоторые старые API не поддерживают контрактное тестирование, что требует дополнительных решений.

Направления развития

1. Интеграция с системами мониторинга тестов для улучшения анализа эффективности.

2. Расширение поддержки распределенных систем, например, с использованием *Apache Kafka*.

3. Разработка инструментов для упрощения настройки и конфигурации среды.

Практическая значимость

Методология особенно полезна для финансовых систем, где надежность и производительность критически важны. Применение подхода на ранних этапах разработки сокращает расходы на исправление ошибок и улучшает качество программного обеспечения.

Таким образом, предложенный подход является значительным вкладом в улучшение практик тестирования и предоставляет разработчикам эффективный инструмент для решения задач современной финансовой отрасли.

Список литературы

1. Baeldung. (2024). Best Practices for Unit Testing in Java [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.baeldung.com/java-unit-testing-best-practices>.

2. Baeldung. (2023). A Guide to JUnit 5 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.baeldung.com/junit-5>.

3. Lars Vogel. (2024). Unit tests with Mockito [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.vogella.com/tutorials/Mockito/article.html>.

4. Фаулер, М. Рефакторинг. Улучшение проекта существующего кода / М. Фаулер. – М. : Дialeктика, 2019. – 448 с.

5. Mancuso, S. The Software Craftsman: Professionalism, Pragmatism, Pride / S. Mancuso. – Pearson, 2014. – 288 p.

6. Kaczanowski, T. Practical Unit Testing with JUnit and Mockito / T. Kaczanowski, 2019. – 434 p.

7. Kousen, K. Mockito Made Clear / K. Kousen // Pragmatic Bookshelf, 2023. – 151 p.

References

4. Fauler, M. Refaktoring. Uluchsheniye proyekta sushchestvuyushchego koda / M. Fauler. – М. : Dialektika, 2019. – 448 s.

УДК 338.27

Д.А. СКВОРЦОВА, Б.А. ШВАЙКО, Н.О. РОМАНОВ, Н.А. ФИЛИН
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: корреляционный анализ; критерии устойчивого развития; нормализация данных; цели устойчивого развития (ЦУР).

Аннотация. Целью статьи является вычисление корреляционных коэффициентов между 176 показателями целей устойчивого развития. Основной задачей при этом являются выявление статистически значимых показателей, их нормализация, построение корреляционной матрицы и определение функций распределения значений коэффициентов корреляции. Для решения поставленных задач применялись следующие методы: расчет статистической мощности при различных альтернативных гипотезах, использование различных методов нормирования данных, вычислительные методы восстановления регрессии. Основные результаты: статистически значимым оказалось 38 % показателей из всего набора данных, которые были приведены к единой норме функцией робастной сигмоиды, были рассчитаны коэффициенты корреляции. При этом коэффициенты с положительными значениями наиболее полно описываются законом Гаусса, а распределения коэффициентов с отрицательными значениями наиболее полно описываются распределением Вейбулла, что позволяет определить взаимное влияние показателей ЦУР для последующего построения витрины данных.

Устойчивое развитие определяется ООН как взаимосвязь множества показателей [1]. При этом устойчивость в такой интерпретации может быть измерена единым суперкритерием, на значение которого оказывают влияние критерии устойчивости в области социальной, экономической и экологической сферы [2]. На основании данных Росстата выделяют 17 групп

ЦУР, которые определяются 176 критериями. Исходные данные – это 176 временных рядов с периодичностью в один год и длиной не более 13 лет. На основании этого можно сказать, что при таком объеме выборки со статистической мощностью 90 % и при 95 % доверительном интервале мы можем отклонить нулевую гипотезу о равенстве коэффициента корреляции нулю при различных альтернативных гипотезах, где значение коэффициента корреляции не менее 0,8 [4].

Однако временные ряды с количеством измерений меньше десяти существенно ограничивают статистическую мощность, поэтому были исключены из анализа. Также были исключены показатели, методология изменения которых претерпевала сдвиги. Нормализация данных [5] для проведения последующего корреляционного анализа проводилась с использованием функции робастной сигмоиды. Далее нормализованные данные были проверены на нормальность с помощью теста Шапиро – Уилка [6]. В итоге из 176 показателей в наборе данных осталось 67 показателей. Таким образом, были соблюдены все условия для вычисления попарных коэффициентов корреляции r -Пирсона, из которых была составлена корреляционная матрица (рис. 1).

Полученное множество значений коэффициентов корреляции можно разделить на две группы: положительные и отрицательные. Диаграмма распределения коэффициентов корреляции с положительными значениями наиболее полно описывается законом Гаусса с МО, равным 0,82, и СКО, равным 0,05.

Рис. 2 показывает принадлежность множества положительных коэффициентов корреляции к нормальному распределению. Для данной выборки был рассчитан критерий Колмогорова – Смирнова, P -уровень значимости которого

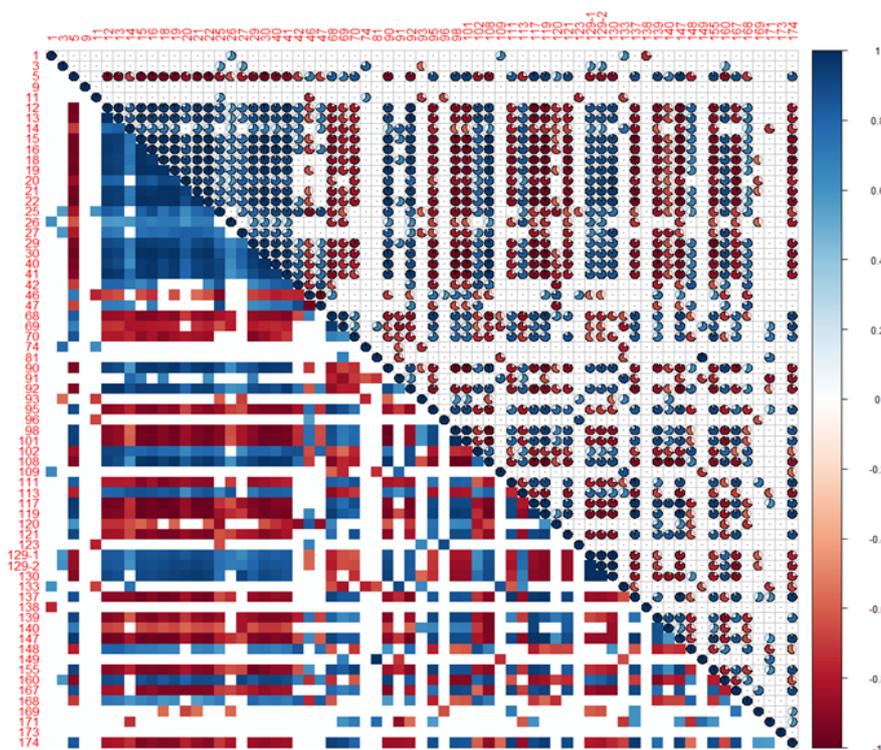


Рис. 1. Корреляционная матрица ЦУР

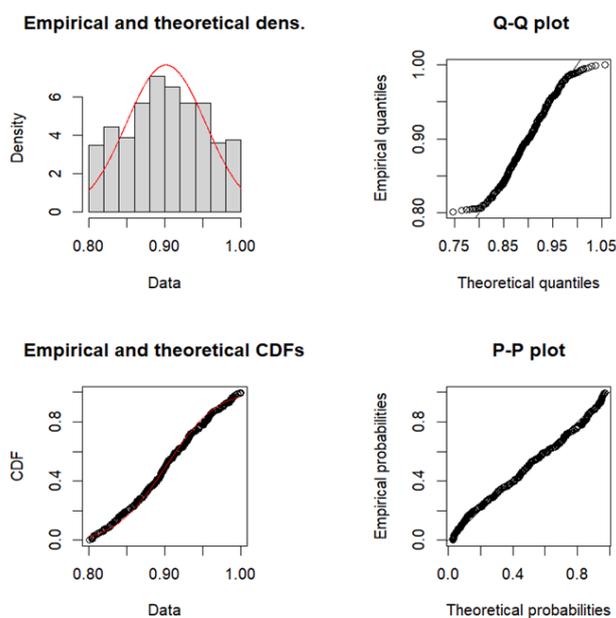


Рис. 2. Сравнительные характеристики эмпирического и теоретического распределения для множества с положительными коэффициентами корреляции

составил 0,36, что позволяет не отвергать нулевую гипотезу о принадлежности распределения

выборки к нормальному.

При восстановлении регрессии были взяты

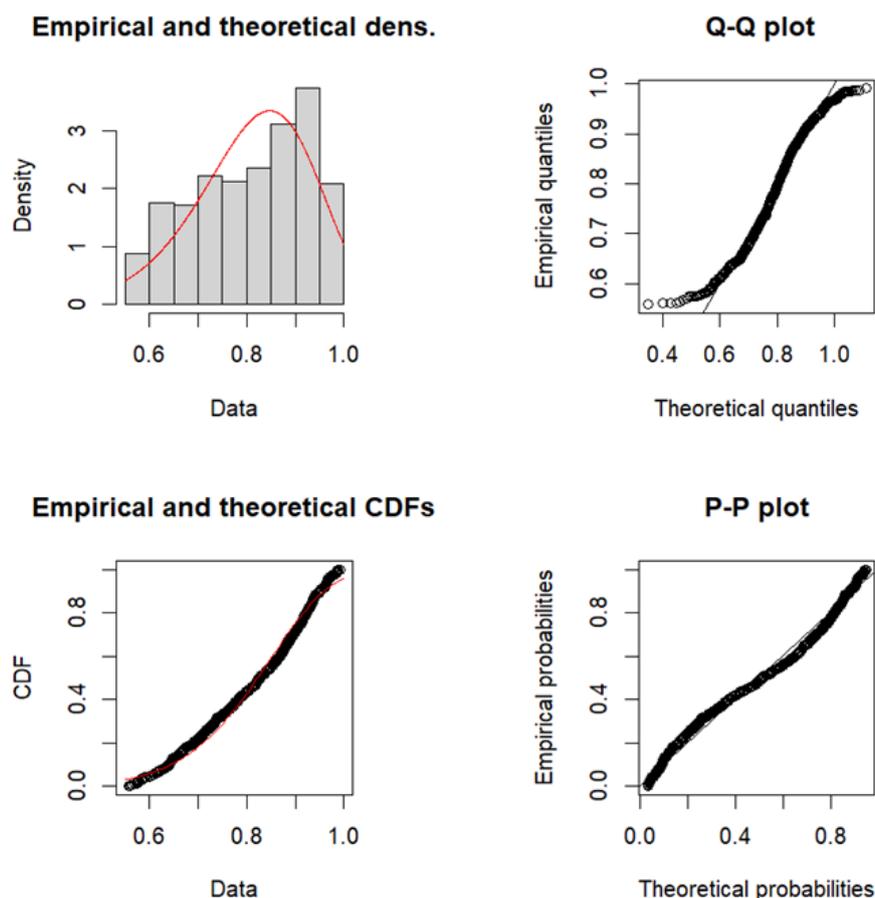


Рис. 3. Сравнительные характеристики эмпирического и теоретического распределения для множества с отрицательными коэффициентами корреляции

значения отрицательных коэффициентов корреляции по модулю. Диаграмма распределения коэффициентов корреляции с отрицательными значениями наиболее полно описывается распределением Вейбулла с МО, равным 0,81, и СКО, равным 0,12.

Рис. 3 показывает принадлежность множества положительных коэффициентов корреляции к распределению Вейбулла. Для данной выборки был рассчитан критерий Колмогорова – Смирнова, P -уровень значимости которого составил 0,06, что позволяет не отвергать нулевую гипотезу о принадлежности распределения выборки к распределению Вейбулла.

Анализ критериев показал, что статистические данные, собираемые для вычисления показателя устойчивого развития, содержат в себе статистически незначимые показатели. Поэтому для дальнейшего анализа было пред-

ложено 67 показателей или 38 % от исходного набора данных.

Представленные показатели являются четвертым уровнем многокритериального графа ЦУР. Для перехода на первый уровень требуется определить связь между показателями для присвоения каждому из показателей весового коэффициента. В качестве метода решения данной проблемы был выбран корреляционный анализ.

Так как выбранные показатели измеряются в различных величинах, для последующего анализа нормализация данных проводилась с использованием функции робастной сигмоиды.

Поскольку итоговый набор данных включает в себя 67 показателей, для визуализации данных значений коэффициентов корреляции использовалась корреляционная матрица, по-

звolyающая выявить наиболее связанные между собой показатели. Определение коэффициентов корреляции и восстановление регрессии их распределения позволит смоделировать весовые коэффициенты при построении витрины данных для анализа показателей устойчивого развития как на глобальном, так и на локальном уровне.

Список литературы

1. Nations, U. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development / U. Nations. – New York : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2015.
2. United Nations Statistical Commission et al. Annex: global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. – New York : UN Statistical Commission, 2017.
3. Скворцова, Д.А. Аналитическое представление обобщенного множества критериев устойчивого развития с использованием теории графов / Д.А. Скворцова, Н.О. Романов, Н.А. Филин // Международный центр научного партнерства «Новая Наука» КОНФЕРЕНЦИЯ: RESEARCH FORUM-2024 Петрозаводск, 07 марта 2024 года Организаторы: Международный центр научного партнерства «Новая Наука».
4. Методы анализа и оценки показателей целей устойчивого развития / Д.А. Скворцова, А.А. Кузнецов, Б.А. Швайко, Н.О. Романов // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 12(150). – С. 215–218.
5. Швайко, Б.А. Обзор методов нормализации критериев устойчивого развития / Б.А. Швайко, Д.А. Скворцова, А.А. Кузнецов, Н.О. Романов // Наука и бизнес пути развития. – 2023. – № 12. – С. 44–47.
6. Mikhailov, V.G. About the rate of normal approximation for the distribution of the number of repetitions in a stationary discrete random sequence / V.G. Mikhailov, N.M. Mezhenaya // Prikladnaya Diskretnaya Matematika. – 2022. – No. 4. – P. 15–21.

References

3. Skvortsova, D.A. Analiticheskoye predstavleniye obobshchennogo mnozhestva kriteriyev ustoychivogo razvitiya s ispol'zovaniyem teorii grafov / D.A. Skvortsova, N.O. Romanov, N.A. Filin // Mezhdunarodnyy tsentr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» KONFERENTSIYA: RESEARCH FORUM-2024 Petrozavodsk, 07 marta 2024 goda Organizatory: Mezhdunarodnyy tsentr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka».
4. Metody analiza i otsenki pokazateley tseley ustoychivogo razvitiya / D.A. Skvortsova, A.A. Kuznetsov, B.A. Shvayko, N.O. Romanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 12(150). – S. 215–218.
5. Shvayko, B.A. Obzor metodov normalizatsii kriteriyev ustoychivogo razvitiya / B.A. Shvayko, D.A. Skvortsova, A.A. Kuznetsov, N.O. Romanov // Nauka i biznes puti razvitiya. – 2023. – № 12. – S. 44–47.

© Д.А. Скворцова, Б.А. Швайко, Н.О. Романов, Н.А. Филин, 2024

УДК 004.051

С.А. БЕЛЕЦКИЙ, В.Д. ШИШОВ, А.Б. ШУКЕНБАЕВ
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ С РАЗГРАНИЧЕНИЕМ УРОВНЯ ДОСТУПА В СООТВЕТСТВИИ С МОДЕЛЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛЛА – ЛАПАДУЛЫ ИЛИ ХАРРИСОНА – РУЗЗО – УЛЬМАНА

Ключевые слова: автоматизированная система; защита информации; модели безопасности; модели разграничения уровня доступа; программное обеспечение; разработка.

Аннотация. Возрастание угроз безопасности в автоматизированных системах вызывает необходимость разработки инструментов для создания защищенных автоматизированных систем.

Целью настоящей статьи является разработка системы для построения и анализа моделей безопасности на основе моделей Белла – Лападула (*BLP*) и Харрисона – Руззо – Ульмана (*HRU*) на базе программного обеспечения *ValMax*.

Для этого необходимо было решить следующие задачи: проанализировать существующие модели безопасности и систем контроля доступа; разработать интерпретатор и язык инструкций для этих моделей.

Предлагаемое решение позволяет выполнять проектирование систем с разграничением уровня доступа, основанных на моделях Белла – Лападулы или Харрисона – Руззо – Ульмана, и упрощает процесс проектирования систем безопасности, дает возможность визуализировать структуру доступа и идентифицировать потенциальные уязвимости.

В настоящее время разграничение уровней доступа в системах осуществляется по различным моделям безопасности, таким как мандатная, дискреционная, ролевая и атрибутивная. Рассмотрим разграничение уровней доступа в многопользовательских системах по двум основным моделям: мандатная и дискреционная.

Примерами таких уровней доступа яв-

ляются модели Белла – Лападула и Харрисона – Руззо – Ульмана. Эти модели являются основополагающими в информационной безопасности, поэтому именно на их основе обучаются специалисты в сфере информационной безопасности.

На текущий момент существуют программные продукты и фреймворки в области информационной безопасности, которые позволяют моделировать различные аспекты контроля доступа и могут быть адаптированы или содержат модули для работы с данными моделями. Например, *GPSS World*, *IBM Security Guardian* и *Okta*. Также можно настроить виртуальную машину с несколькими пользователями и правами уровня доступа так, чтобы протестировать внедряемую модель систем контроля доступа. Но это трудозатратный в реализации вариант [1–3].

Поэтому было принято решение о разработке системы для построения и анализа моделей безопасности, сфокусированной на управлении доступом и защите информации. Для реализации такой системы необходимо было создать язык инструкций и интерпретатор для работы с моделями Белла – Лападула и Харрисона – Руззо – Ульмана.

В разработке моделей безопасности и систем контроля доступа используется представление данных в виде матрицы доступа, включающей в себя множество исходных объектов и субъектов, а также флагов уровня доступа на пересечении между ними. Для каждой модели был разработан специализированный язык инструкций для программирования таких матриц.

При этом язык инструкций имеет схожую структуру с *Transact-SQL*. Он содержит в себе понятия переменной, условий и функций.

Переменные служат для хранения данных, которые могут изменяться во время выполне-

	O1	O2	O3
S1	ORWE	RWE	ORWE
S2	-	ORWE	-

Рис. 1. Первоначальное состояние системы в виде матрицы доступов

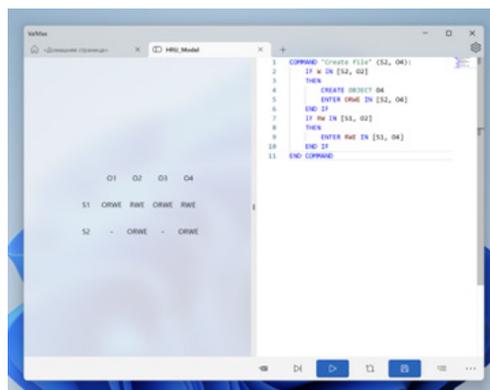


Рис. 2. Пример работы программного обеспечения с моделью Харрисона-на-Руззо-Ульмана

ния программы. В частности, ячейки матрицы уже являются переменными.

Условные операторы позволяют программе совершать различные действия в зависимости от выполнения определенных условий. Эти конструкции являются фундаментальными для ветвления потока выполнения и реализации логики принятия решений в программе.

Функции позволяют выделить участок кода в отдельную инструкцию для последующего вызова. Также язык инструкций имеет ряд предустановленных функций, например: печать на экран или смена уровня доступа для определенной переменной.

Так, для модели Харрисона – Руззо – Ульмана необходимо в ячейках матрицы между субъектом и объектом иметь некие флаги: чтение, запись, выполнение, владение, а также функции и ключевые слова (например, вставить, удалить или проверить флаг в определенной ячейке, используя условия). Вводимые инструкции обрабатываются интерпретатором. Код проверяется на ошибки и в случае их нахождения оповещает пользователя через интерфейс системы разработки.

Для модели Белла – Лападулы (с мандатным подходом к разграничению уровней досту-

па), помимо флагов на чтение и запись, необходимо также иметь уровень субъекта и объекта, чтобы проверять работоспособность получаемой модели и вводимые функции пользователя. Эти особенности моделей Белла – Лападула и Харрисона – Руззо – Ульмана обусловили необходимость разработки двух отдельных языков инструкций, а для упрощения взаимодействия с ними были выдержаны единый стиль и структуризация кода.

Создание системы разработки для моделирования и анализа моделей безопасности на базе моделей Белла – Лападула и Харрисона – Руззо – Ульмана проводилось с применением *ValMax*. При этом использовались модули вкладок интерфейса, настроек приложения, конструктора моделей, просмотра изображений и документов, кодовый редактор, интерпретатор инструкций, матрицы уровней доступа.

На рис. 1 и 2 представлен пример использования системы при работе с моделью Харрисона – Руззо – Ульмана и выявления ошибок в формировании модели по заранее заданному сценарию.

При выполнении инструкций мы можем видеть результат работы в левой части

Таблица субъектов		
S1	S2	S3
1	2	3

Таблица объектов		
O1	O2	O3
1	2	3

Таблица предпросмотра					
	1	2	3		
				O1	O2 O3
1	S1	RW	W	W	
2	S2	R	RW	W	
3	S3	R	R	RW	

Рис. 3. Первоначальное состояние системы в виде матрицы доступов

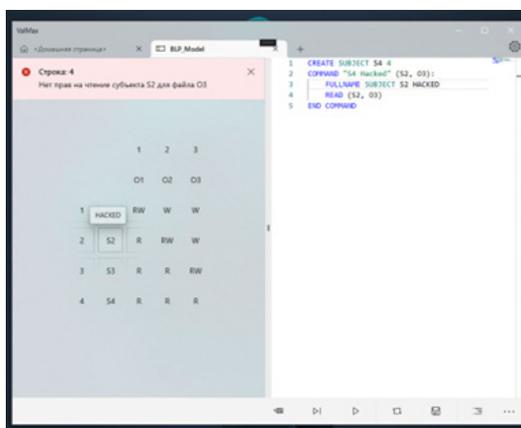


Рис. 4. Пример использования системы разработки при работе с моделью Белла – Лападула и выявления ошибок в формировании модели

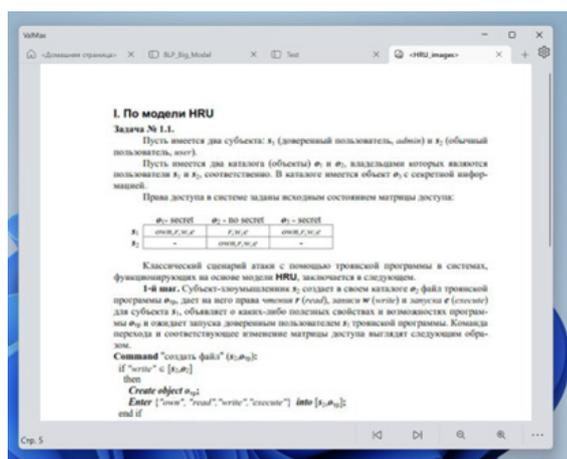


Рис. 4. База знаний системы с разграничением уровня доступа в соответствии с моделями Белла – Лападулы или Харрисона – Руззо – Ульмана

программы в виде матрицы уровня доступов.

Пример использования системы при работе с моделью Белла – Лападула и выявления ошибок в формировании модели представлен на рис. 3 и 4.

Запустив исполнение инструкций, система вернула ошибку о нарушении принципа *NRU*.

На рис. 5 представлена база знаний разработанной системы.

Разработанная система может быть использована для анализа и оптимизации контроля доступа в автоматизированных системах, адаптации существующих моделей безопасности под специфические требования и условия эксплуатации, обеспечивая эффективную защиту информационных ресурсов, а также позволит обучать персонал работе с такими моделями благодаря встроенной документации и базе знаний.

Список литературы/References

1. Smith, J. A Comprehensive Model for Information Security Risk Assessment in Healthcare Organizations / J. Smith, A. Jones // *Journal of Information Security*. – 2023. – No. 15(3). – P. 45–58.
2. Patel, R. Modeling Insider Threats Using Bayesian Networks: A Case Study in the Banking Sector / R. Patel, S. Gupta // *International Journal of Cybersecurity*. – 2023. – No. 7(2). – P. 112–125.
3. Kim, S. Development of a Framework for Dynamic Access Control Models in Cloud Computing Environments / S. Kim, H. Lee // *Journal of Computer Security*. – 2023. – No. 32(1). – P. 78–91.

© С.А. Белецкий, В.Д. Шишов, А.Б. Шукенбаев, 2024

УДК 658.562

А.Д. ГЕОРГИЕВСКИЙ, Ю.Ю. ЧЕРЕМУХИНА
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ключевые слова: маркетинг; ориентация на клиента; программное обеспечение; производство; руководство; управление; управление качеством.

Аннотация. Для достижения цели исследования изучены задачи по анализу работ, связанных с уровнем зрелости, определены функциональные принципы. Определена проблематика, заключающаяся в том, что универсализм проявляется между прочим в несколько общем характере построения системы менеджмента качества и содержания его индивидуальных требований. Поэтому процессы внедрения должны учитывать специфику организации и сектора, в котором она работает, то есть, необходимо использовать ситуационный подход, связанный со спецификой радиоэлектронного комплекса. Методы исследования: анализ, сравнение, группировка, систематизация, обобщение, индукция и дедукция, прогнозирование. Из результатов исследования следует, что необходимое и достаточное условие для оценки процессов организации на уровне зрелости n формируется, когда более 60 % процессов функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности (процессов) оценивается на n -ом уровне зрелости.

Для того чтобы объективно оценить зрелость процесса, необходимо детально оценить группы аспектов оценки системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности: результаты функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности и действия по управлению процессом.

Релевантные данные для оценки эффективности системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности разделены на несколько групп. Группы данных отражают контекст выполнения (взаимосвязь с другими процессами).

Просмотр показателей результатов функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности актуален для оценки контекста процесса и мониторинга изменения состояния зрелости процесса. Для оценки зрелости системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности актуален анализ деятельности процессного управления.

Успешное управление процессами осуществляется тогда, когда все мероприятия по управлению процессами осуществляются надлежащим образом: идентификация, планирование, выполнение, анализ, улучшение. Процессы управления функционированием системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности и формируют совокупность аспектов оценки зрелости процесса.

При оценке уровня зрелости функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности важно определить, что должно быть осуществлено на этапе деятельности процессного управления и составить набор критериев, характеризующих каждый уровень зрелости.

1. Идентификация. На этом этапе процесс выявляется, присваивается определенный тип (основной (для оказания услуг), вспомогательный или управленческий). Процесс описан и визуализирован. Для того чтобы добиться объективной оценки уровня зрелости процесса, ак-

туально использовать точный перечень критериев оценки и составляющих каждого аспекта процесса.

2. Планирование. В процессе планирования определяются:

– четкие, легко измеряемые и точные критерии оценки, формирующие результат;

– все ресурсы, необходимые для успешного выполнения процесса: человеческие, финансовые, материальные, информационные и т.д.;

– все заинтересованные стороны процесса, их потребности, которые, по возможности, связаны с результатами процесса;

– определены необходимые участники выполнения и управления процессами, описаны их функции, обязанности и взаимосвязи.

Обозначим компоненты и критерии оценки аспекта планирования процесса для определения зрелости системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности.

Во время исполнения предоставляется сервис и реализуется механизм мониторинга и контроля процесса. Мониторинг и контроль должны включать объективную оценку того, соответствуют ли процесс и его результат целям деятельности органа и потребностям заинтересованных сторон, или же мероприятия осуществляются в соответствии с описанием процесса и изображены на его схеме. Назначаются ответственные лица за мониторинг и контроль процессов. Ниже приведены компоненты и критерии оценки аспекта исполнения процессов функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности для определения зрелости.

3. Данные, собранные в ходе выполнения и мониторинга системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности, систематически анализируются. Анализ позволяет выявить лишние действия, которые пересекаются с другими процессами, а также показывает прочие недостатки в процессе. Комплексный анализ всех процессов системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности дает возможность видеть общую картину процессов и принимать системные решения по совершенствованию. При проведе-

нии анализа процесса рекомендуется соблюдать следующую последовательность:

1) проанализировать все этапы системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности;

2) оценить необходимость каждого шага в каждом процессе системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности;

3) определить добавленную стоимость действия процесса для конечного результата процесса;

4) оценить последствия отказа от действия;

5) оценить возможности совмещения нескольких действий и т.д.

Компоненты и критерии оценки аналитического аспекта системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности для определения зрелости процессов, таким образом, определены.

4. Совершенствование. После анализа функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности и выявления дефектов в процессе необходимо предусмотреть шаги по улучшению. Органы управления не всегда могут выбрать приемлемый метод и средства совершенствования процесса. Ниже приведены некоторые возможные варианты улучшения функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности:

– упрощение (оптимизация) функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности – когда отказываются от дублирующих, повторяющихся действий процесса;

– функционирование системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности совершенствуется с учетом потребностей заинтересованных сторон (например, с использованием методологии бережливого производства, метода Сигма 6, метода сбалансированных показателей, общей модели оценки и т.д.);

– автоматизация процессов функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной

безопасности – когда процессные действия стандартизированы и для их выполнения используются средства информационно-коммуникационных технологий (например, внедряются системы управления информационной безопасностью);

– рефакторинг функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности применяется, когда процессы не поддаются оптимизации и требуют фундаментальных изменений.

Реорганизация функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности чаще всего связана со структурной трансформацией или другими фундаментальными организационными изменениями.

5. После выбора метода совершенствования процесса и предоставления конкретных шагов по совершенствованию процесса рекомендуется составить план совершенствования функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности.

Уровень зрелости системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности оценивается, прежде всего, путем определения уровня зрелости каждого вида деятельности по управлению процессом:

– при оценке аспекта ему присваивается один из пяти уровней зрелости по критерию, характеризующему уровень зрелости аспекта;

– после оценки всех аспектов системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности определяется уровень зрелости по среднему значению оцениваемых критериев;

– уровень зрелости процесса определяется путем оценки уровня зрелости конкретного участка процесса в целом и определения среднего значения оценок;

– уровень зрелости всех анализируемых процессов по активностям процесса определяется путем оценки уровня зрелости всех процессов и определения среднего значения оценок;

– уровень зрелости процессов в сфере деятельности учреждения определяется путем оценки уровня зрелости всех основных процессов, относящихся к данной сфере, и по среднему значению оценок процесса.

Из вышеизложенной информации следует, что необходимое и достаточное условие для оценки процессов организации на уровне зрелости n формируется, когда более 60 % процессов функционирования системы менеджмента нормативно-методического обеспечения информационной безопасности (процессов) оценивается на n -ом уровне зрелости.

Список литературы

1. Ведмидь, П.А. Цифровизация процессов СМК и управление жизненным циклом изделия / П.А. Ведмидь // Методы менеджмента качества. – 2021. – № 5. – С. 44.
2. Шабанова, Д.Н. К вопросу об управлении рисками процессов СМК / Д.Н. Шабанова, Л.М. Малука // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 8(122). – С. 79–84.
3. Георгиевский, А.Д. Разработка системы управления качеством на этапах жизненного цикла радиоэлектронного комплекса / А.Д. Георгиевский, Ю.Ю. Черемухина // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 5(155).
4. Швайкин, Р.В. Внедрение информационных технологий для повышения эффективности управления интегрированной системы менеджмента / Р.В. Швайкин // Сфера. Нефть и Газ. – 2021. – № 3(82). – С. 96.

References

1. Vedmid', P.A. Tsifrovizatsiya protsessov SMK i upravleniye zhiznennym tsiklom izdeliya / P.A. Vedmid' // Metody menedzhmenta kachestva. – 2021. – № 5. – S. 44.
2. Shabanova, D.N. K voprosu ob upravlenii riskami protsessov SMK / D.N. Shabanova, L.M. Maluka // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 8(122). – S. 79–84.
3. Georgiyevskiy, A.D. Razrabotka sistemy upravleniya kachestvom na etapakh zhiznennogo tsikla

radioelektronnogo kompleksa / A.D. Georgiyevskiy, YU.YU. Cheremukhina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 5(155).

4. Shvaykin, R.V. Vnedreniye informatsionnykh tekhnologiy dlya povysheniya effektivnosti upravleniya integrirovannoy sistemy menedzhmenta / R.V. Shvaykin // Sfera. Neft' i Gaz. – 2021. – № 3(82). – S. 96.

© А.Д. Георгиевский, Ю.Ю. Черемухина, 2024

УДК 004

ЛИ ЛУНЬБИНЬ, ВАН ШИЬИН, ТЭН ХАЙКУНЬ

Хэйхэский университет, г. Хэйхэ (Китай)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ И ОБМЕНА ИМИ НА ОСНОВЕ БЛОКЧЕЙНА

Ключевые слова: блокчейн; защита; медицинские данные; технология совместного использования.

Аннотация. С быстрым развитием медицинской информатизации вопросы безопасности и конфиденциальности медицинских данных становятся все более актуальными. Цель статьи заключается в изучении возможностей использования технологии блокчейна для защиты медицинских данных и обмена ими. Задачи: 1) выделить особенности технологии защиты медицинских данных с использованием блокчейна; 2) рассмотреть возможности блокчейна для защиты медицинских данных в процессе обмена ими; 3) описать практические сценарии применения блокчейна в медицине. Гипотеза: технология блокчейна позволит устранить информационные риски при управлении и использовании медицинских данных. Результаты: в статье рассмотрены основные принципы, дизайн архитектуры, сценарии применения и будущие тенденции развития технологии защиты и обмена медицинскими данными на основе блокчейна. Выводы: технология блокчейна обладает значительным потенциалом для защиты медицинских данных и поддержки цифровой трансформации медицинской отрасли в целом.

С наступлением цифровой эры отрасль здравоохранения претерпевает беспрецедентные изменения. Стремительный рост объема данных, таких как электронные медицинские карты (ЭМК), результаты медицинских анализов и информация о рецептах, открывает возможности для повышения качества и эффективности медицинских услуг. Однако традиционные методы управления данными в здравоохранении сталкиваются со множеством

проблем, таких как безопасность данных, защита конфиденциальности и совместимость систем. Эти проблемы могут не только привести к утечке конфиденциальной информации, но и повлиять на эффективность лечения пациентов и качество обслуживания в медицинских учреждениях. Поэтому для решения этих дилемм срочно требуются новые технические средства [1]. Как инновационная технология, обладающая такими характеристиками, как децентрализация, неизменяемость и прозрачность, технология блокчейн может эффективно защищать безопасность медицинских данных, обеспечивая при этом их эффективный обмен, что подтверждает актуальность темы данной статьи.

1. Обзор технологии блокчейн

Технология блокчейн представляет собой инновационную технологию распределенного реестра, которая обладает такими основными характеристиками, как децентрализация, неизменность и прозрачность, что позволяет ей демонстрировать широкий спектр возможностей применения во многих областях. Децентрализация – важная особенность блокчейна, которая означает, что данные больше не контролируются и не управляются одним центральным объектом, а совместно поддерживаются несколькими узлами сети [2]. Такая структура устраняет зависимость от посредников и снижает управленческие издержки и риски. У каждого участника сети есть одна и та же копия бухгалтерской книги, поэтому, даже если какой-либо узел выйдет из строя или подвергнется атаке, это не повлияет на общую работу системы.

Неизменность – еще одна ключевая особенность технологии блокчейн. Каждая запись транзакции в блокчейне упаковывается

в блок и соединяется с предыдущим блоком с помощью сложного алгоритма шифрования, образуя неизменяемую цепочку. Как только данные будут записаны в блокчейн, ни один участник не сможет изменить или удалить эту запись.

2. Технология защиты медицинских данных, основанная на блокчейне

2.1. Защита и шифрование данных.

При защите медицинских данных конфиденциальность и безопасность информации являются главными приоритетами. Технология блокчейн использует различные методы шифрования, что позволяет обеспечивать сохранность данных при хранении и передаче. Среди них асимметричное и симметричное шифрование являются двумя ключевыми технологиями. Главный недостаток симметричного шифрования заключается в управлении ключом. Если произойдет утечка ключа, безопасность всей системы окажется под угрозой [3]. Асимметричное шифрование основано на применении пары ключей – закрытый и открытый ключ. Открытый ключ необходим для того, чтобы зашифровать данные, а закрытый – для их расшифровки. Хотя этот метод более сложный в вычислительном отношении, он обеспечивает более высокую безопасность, поскольку даже если открытый ключ раскрыт, закрытый ключ остается в руках пользователя и не может быть получен другими.

В блокчейн-среде доказательство с нулевым разглашением (*ZKP*) является потенциальной технологией защиты конфиденциальности. *ZKP* позволяет одной стороне (сертифицирующему органу) доказать подлинность заявления другой стороне (проверяющему органу) без раскрытия какой-либо конкретной информации. Например, при обмене медицинскими данными пациенты могут использовать доказательства с нулевым разглашением для проверки достоверности своего возраста, медицинских записей или другой личной информации без прямого раскрытия этих конфиденциальных данных. Обеспечивая конфиденциальность пользователей, эта технология также позволяет медицинским учреждениям обмениваться данными законным и соответствующим требованиям образом.

2.2. Контроль доступа и смарт-контракты.

Являясь важной частью технологии блок-

чейн, смарт-контракты могут автоматически обеспечивать соблюдение правил и протоколов, связанных с доступом к медицинским данным, тем самым эффективно повышая безопасность и эффективность управления доступом к данным. В традиционных системах управления данными в здравоохранении доступ к данным обычно зависит от централизованных механизмов управления, что может привести к многочисленным проблемам в области безопасности и конфиденциальности данных [4]. Используя смарт-контракты, медицинские учреждения могут устанавливать определенные правила и условия доступа в блокчейне, чтобы гарантировать, что только авторизованные пользователи могут получить доступ к определенным данным. Например, когда врач получает доступ к медицинской карте пациента, он может проверить свою личность с помощью смарт-контракта, чтобы убедиться, что у него есть права доступа, и тем самым избежать доступа неавторизованных пользователей.

С развитием технологии блокчейн использование смарт-контрактов в управлении медицинскими данными будет становиться все более распространенным. В будущей системе здравоохранения пациенты смогут управлять своим доступом к медицинским данным с помощью смарт-контрактов и выбирать, к какой информации могут получить доступ те или иные медицинские работники, тем самым усиливая свой контроль над персональными данными. Механизм контроля доступа, реализованный с помощью смарт-контрактов, не только повышает безопасность медицинских данных, но и способствует развитию медицинской отрасли в более интеллектуальном и прозрачном направлении.

3. Технология обмена медицинскими данными, основанная на блокчейне

3.1. Децентрализованная платформа для обмена данными.

Платформа обмена данными в здравоохранении на основе блокчейна представляет собой новое решение для реализации обмена данными между различными медицинскими учреждениями. Благодаря децентрализованной архитектуре платформа позволяет всем участникам обмениваться историями болезни, результатами анализов и другой информацией в безопасной и эффективной среде. Традиционные модели

обмена данными в здравоохранении обычно основаны на централизованных хранилищах данных. Такой подход связан с определенными рисками в области управления данными и защиты конфиденциальности, такими как утечка данных и несанкционированный доступ. Внедрение технологии блокчейн может эффективно снизить эти риски. В сети блокчейн каждый участник имеет полную копию данных, что обеспечивает прозрачность и отслеживаемость информации. Обмен данными между различными медицинскими учреждениями может осуществляться без раскрытия конфиденциальной информации [5]. Благодаря использованию технологии шифрования и механизмов управления правами может быть гарантирована конфиденциальность медицинских данных. Например, пациенты могут контролировать, какой информацией можно делиться, а также объем и временные рамки обмена. Таким образом, это не только обеспечивает безопасность данных, но и повышает скорость реагирования медицинских служб, позволяя медицинским учреждениям получать необходимую информацию за более короткий промежуток времени, тем самым улучшая качество обслуживания пациентов.

3.2. Отслеживаемость и аудит данных.

Неизменность и прозрачность блокчейна обеспечивают мощную техническую поддержку для отслеживания и аудита медицинских данных. Регистрируя записи о генерации, модификации и доступе к каждой информации в блокчейне, медицинские учреждения могут отслеживать весь жизненный цикл медицинских данных. Эта возможность отслеживания делает источник медицинских данных и процесс их изменения прозрачными, и любая ненадлежащая модификация данных может быть своевременно обнаружена, тем самым повышая безопасность и соответствие данных требованиям. Например, в медицинских исследованиях и клинических испытаниях технология блокчейн может обеспечить отслеживание каждого процесса сбора, обработки и анализа экспериментальных данных. В то же время, когда медицинские учреждения проводят аудиты, они могут полагаться на подробные записи о доступе, предоставляемые блокчейном, чтобы гарантировать соответствие всех операций определенным нормативным актам. Автоматизация и эффективность процесса аудита снижают сложность ручных проверок и упрощают управление соответствием требованиям.

4. Анализ сценариев применения

4.1. Ведение медицинской документации.

В современной индустрии здравоохранения ведение и обмен электронными медицинскими картами (ЭМК) сталкиваются с множеством проблем, таких как безопасность данных, защита конфиденциальности и совместимость данных. Система управления медицинскими записями на основе блокчейна предоставляет пациентам безопасное и удобное решение для управления записями, основанное на децентрализованном подходе. Электронная история болезни пациента может храниться в блокчейне, а каждая медицинская запись шифруется для обеспечения безопасности данных. Только сам пациент и его уполномоченный медицинский работник могут получить доступ к этим записям и обновлять их в режиме реального времени. Такая возможность обновления в режиме реального времени не только повышает качество обслуживания пациентов, но и улучшает качество медицинских услуг. Например, в случае чрезвычайной ситуации врачи могут быстро получить доступ к истории болезни, аллергии и лекарствам пациента и помочь ему быстро принять эффективное медицинское решение. В то же время пациенты могут контролировать свои медицинские данные и устанавливать разрешения на обмен данными с помощью смарт-контрактов, чтобы гарантировать, что только уполномоченный персонал может получить доступ к конфиденциальной информации [6].

4.2. Клинические испытания и обмен данными.

В клинических исследованиях обмен данными и управление ими играют важную роль. Традиционный обмен данными в исследованиях часто приводит к несоответствию данных, утечке конфиденциальной информации и нарушению нормативных требований, следствием чего являются низкая эффективность исследований и недоверие к результатам. Платформа обмена данными на основе блокчейна представляет собой совершенно новое решение для клинических исследований, способное эффективно повысить точность и полноту данных, а также увеличить прозрачность и доверие к исследованиям. Используя технологию блокчейн, исследователи могут обмениваться соответствующими клиническими данными, обеспечивая при этом конфиденциальность пациентов. Смарт-

контракты могут устанавливать условия обмена и разрешения, гарантирующие, что только исследователи с согласия пациентов смогут получить доступ к конфиденциальной информации. Таким образом, можно защитить конфиденциальность данных пациентов и облегчить сотрудничество исследователей и распространение данных.

5. Заключительные замечания

Технология защиты и обмена данными в здравоохранении на основе блокчейна представ-

ляет собой эффективное решение для устранения рисков безопасности при традиционном управлении данными в здравоохранении. Разработка децентрализованной архитектуры, технологии шифрования данных и смарт-контрактов позволяет значительно повысить безопасность и эффективность обмена медицинскими данными. В будущем по мере совершенствования соответствующих технологий и расширения сценариев их применения модель управления медицинскими данными на основе блокчейна получит широкое распространение по всему миру.

Исследование выполнено при поддержке Фонда фундаментальных исследований высших учебных заведений провинции Хэйлуцзян (КНР). Тема исследования «Исследование ключевых технологий обработки и защиты медицинских данных на основе облачных вычислений и блокчейна». Номер проекта: 2020-KYYWF-0896.

Список литературы

1. Янь Цзыи, Ло Бинфэн, Ду Чуньлай. Интеллектуальная схема защиты конфиденциальности медицинских данных, основанная на технологии блокчейн / Янь Цзыи, Ло Бинфэн, Ду Чуньлай // Цифровые технологии и приложения. – 2024. – № 42. – С. 74–76.
2. Гао Гаймэй, Ши Сюй, Лю Чунься, Дан Вэйчао, Ван На. Основанный на блокчейне метод защиты конфиденциальности медицинских данных / Гао Гаймэй, Ши Сюй, Лю Чунься, Дан Вэйчао, Ван На // Исследование компьютерных приложений. – 2024. – № 41(05). – С. 1538–1543.
3. Сунь Ци, Ван Лэй, Ян Лун, Чэн Лиин. Защита конфиденциальности здоровья и медицинских данных на основе блокчейна / Сунь Ци, Ван Лэй, Ян Лун, Чэн Лиин // Мир цифровых коммуникаций. – 2023. – № 1. – С. 151–153.
4. Лю Си, Ли Вэньминь, Чэн Мэнчжэнь, Чжан Хаолинь. Статус применения технологии блокчейн в области медицины и здравоохранения – основан на систематическом обзоре литературы / Лю Си, Ли Вэньминь, Чэн Мэнчжэнь, Чжан Хаолинь // Естественнонаучная гигиена. – 2022. – № 36(08). – С. 86–89.
5. Ван Ифань, Ван Чжаньган, Чжан Мэйлин. Схема защиты медицинских данных, основанная на блокчейне / Ван Ифань, Ван Чжаньган, Чжан Мэйлин // Навыки компьютерного программирования и технического обслуживания. – 2021. – № 07. – С. 84–86.
6. Гао Чжэньшэн, Цао Лифэн, Ду Сюехуэй. Прогресс в исследованиях технологии контроля доступа, основанной на блокчейне / Гао Чжэньшэн, Цао Лифэн, Ду Сюехуэй // Журнал сетевой и информационной безопасности. – 2021. – № 7(06). – С. 68–87.

References

1. Yan' TSzyi, Lo Binfen, Du Chun'lay. Intellektual'naya skhema zashchity konfidentsial'nosti meditsinskikh dannykh, osnovannaya na tekhnologii blokcheyn / Yan' TSzyi, Lo Binfen, Du Chun'lay // Tsifrovyye tekhnologii i prilozheniya. – 2024. – № 42. – S. 74–76.
2. Gao Gaymey, Shi Syuy, Lyu Chun'sya, Dan Veychao, Van Na. Osnovannyu na blokcheyne metod zashchity konfidentsial'nosti meditsinskikh dannykh / Gao Gaymey, Shi Syuy, Lyu Chun'sya, Dan Veychao, Van Na // Issledovaniye komp'yuternykh prilozheniy. – 2024. – № 41(05). – S. 1538–1543.
3. Sun' Tsi, Van Ley, Yan Lun, Chen Liin. Zashchita konfidentsial'nosti zdorov'ya i meditsinskikh dannykh na osnove blokcheyna / Sun' Tsi, Van Ley, Yan Lun, Chen Liin // Mir tsifrovyykh kommunikatsiy. – 2023. – № 1. – S. 151–153.

4. Lyu Si, Li Ven'min', Chen Menchzhen', Chzhan Khaolin'. Status primeneniya tekhnologii blokcheyn v oblasti meditsiny i zdravookhraneniya – osnovan na sistemicheskom obzore literatury / Lyu Si, Li Ven'min', Chen Menchzhen', Chzhan Khaolin' // Yestestvennonauchnaya gigiyena. – 2022. – № 36(08). – S. 86–89.

5. Van Ifan', Van Chzhan'gan, Chzhan Meylin. Skhema zashchity meditsinskikh dannykh, osnovannaya na blokcheyne / Van Ifan', Van Chzhan'gan, Chzhan Meylin // Navyki komp'yuternogo programmirovaniya i tekhnicheskogo obsluzhivaniya. – 2021. – № 07. – S. 84–86.

6. Gao Chzhen'shen, Tsao Lifen, Du Syuyekhuey. Progress v issledovaniyakh tekhnologii kontrolya dostupa, osnovannoy na blokcheyne / Gao Chzhen'shen, Tsao Lifen, Du Syuyekhuey // Zhurnal setevoy i informatsionnoy bezopasnosti. – 2021. – № 7(06). – S. 68–87.

© Ли Луньбинь, Ван Шиъин, Тэн Хайкунь, 2024

УДК 004.056.5

А.А. ЧМЕЛЕВ, О.В. ВОРОНКОВА

ООО «Вайлдберриз», г. Москва;

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический

университет», г. Санкт-Петербург

ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ SRTP И DTLS ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВИДЕОСТРИМИНГОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ WEBRTC

Ключевые слова: информационная безопасность; защита данных; медиатрафик; сигнальный канал; шифрование; DTLS; SRTP; WebRTC.

Аннотация. Целью статьи стало исследование методов защиты медиатрафика и сигнального канала в WebRTC-приложениях с использованием протоколов SRTP и DTLS. В качестве метода выбран анализ их влияния на производительность системы, включая задержки, потери пакетов и время установления соединений. Результаты тестирования показывают, что совместное использование SRTP и DTLS обеспечивает высокий уровень безопасности, но увеличивает нагрузку на систему, особенно при масштабировании. Для минимизации влияния шифрования на производительность предложены рекомендации, направленные на оптимизацию работы WebRTC-приложений при высоких требованиях к безопасности.

Введение

Современные приложения на основе WebRTC широко используются для передачи аудио- и видеоданных в режиме реального времени. Эта технология востребована в различных сферах: видеоконференции, онлайн-обучение и корпоративные коммуникации. Рост популярности WebRTC сопровождается увеличением числа угроз, связанных с безопасностью передаваемой информации. Наиболее значимыми из них можно назвать перехват данных, их подмену, а также атаки, направленные на нару-

шение работы сигнального канала [3; 4].

Для защиты данных в WebRTC используются два ключевых протокола: *Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)* для шифрования медиатрафика и *Datagram Transport Layer Security (DTLS)* для защиты сигнального канала. SRTP обеспечивает шифрование аудио- и видеопотоков, гарантируя конфиденциальность и целостность передаваемых данных [3]. DTLS выполняет функцию обмена ключами и предотвращает несанкционированный доступ к соединениям [5].

Несмотря на то, что эти протоколы активно используются, они имеют определенные ограничения, которые могут сказаться на производительности системы. Например, использование SRTP приводит к увеличению времени передачи пакетов, особенно при высокой нагрузке [2]. Протокол DTLS также влияет на производительность, так как добавляет задержку на этапе установления соединения из-за процедуры обмена ключами [4].

В различных исследованиях подробно рассматриваются теоретические и практические аспекты работы этих протоколов. Например, в книге А.В. Креславского «WebRTC. Архитектура, основы и использование» подробно описаны их интеграция и ключевые особенности [1]. Также в работе И.С. Павлова затрагиваются вопросы настройки безопасности и тестирования WebRTC приложений [2].

Цель работы – изучить влияние протоколов SRTP и DTLS на производительность и безопасность WebRTC приложений. Проведен анализ задержек, потерь пакетов, времени соединений и устойчивости к угрозам. Разработаны рекомендации по их оптимальному применению.

Таблица 1. Параметры и сценарии тестирования *SRTP* и *DTLS*

Параметр	Описание
Количество соединений	100, 500, 1 000
Метрики	Средняя задержка (<i>RTT</i>) – время, необходимое для передачи данных. Потери пакетов – процент утраченных данных при передаче. Время установления соединений – длительность процесса рукопожатия и обмена ключами. Успешные подключения – показатель устойчивости к различным видам атак (<i>Man-in-the-Middle</i> , подмена ключей и т.д.)
Сценарии тестирования	Использование только <i>SRTP</i> ; использование только <i>DTLS</i> ; совместное использование <i>SRTP</i> и <i>DTLS</i>
Результаты	Результаты демонстрируют изменения метрик для различных сценариев (<i>SRTP</i> , <i>DTLS</i> , <i>SRTP + DTLS</i>) и чисел одновременных подключений. Они представлены в виде графиков и таблиц в следующих разделах

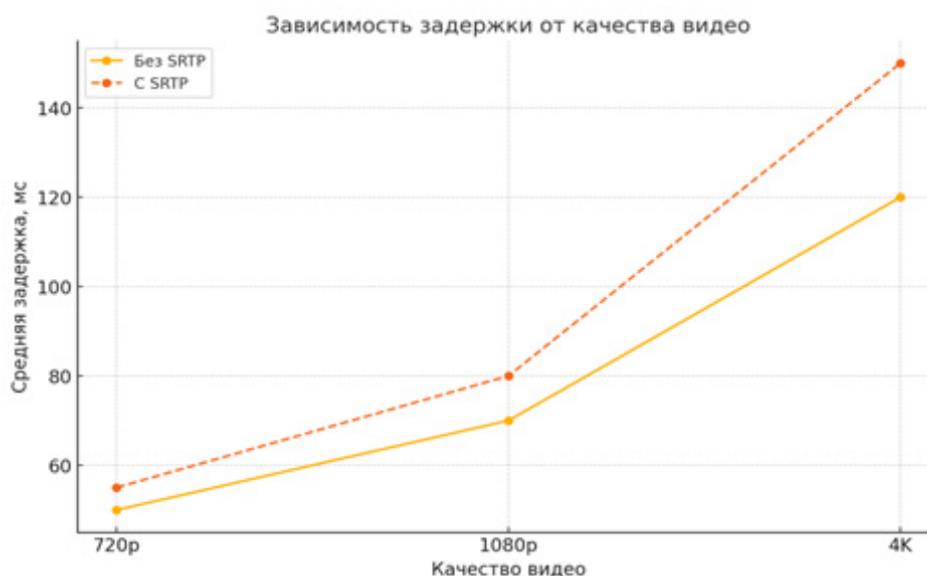


Рис. 1. Зависимость задержки от качества видео

Описание эксперимента

Для изучения влияния *SRTP*, *DTLS* и их совместного использования на производительность *WebRTC* приложений была проведена серия тестов с различным количеством соединений. Основные аспекты исследования сведены в табл. 1.

SRTP для защиты медиатрафика

Secure Real-time Transport Protocol (SRTP) – расширение *RTP*, используемое для передачи

медиаданных в реальном времени. *SRTP* стал стандартом де-факто для защиты медиатрафика в *WebRTC*-приложениях [1]. Однако его применение создает дополнительную вычислительную нагрузку, снижая производительность системы. Тесты показали, что *SRTP* увеличивает задержку передачи данных из-за шифрования и дешифрования пакетов (рис. 1).

Также наблюдается увеличение потерь пакетов при росте количества соединений, особенно свыше 500 (рис. 2).

Эти результаты подчеркивают необходимость использования оптимизированной сер-

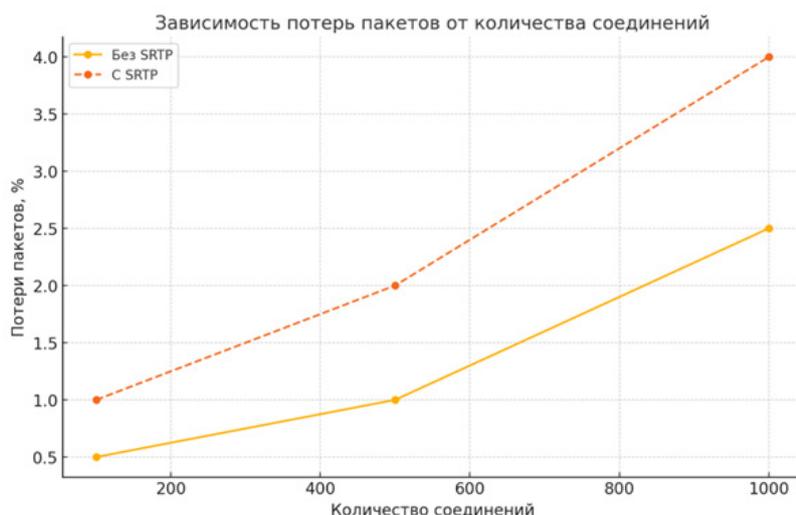


Рис. 2. Зависимость потерь пакетов от количества соединений

Таблица 2. Факторы и оптимизация в WebRTC

Параметр	Описание	Рекомендации для минимизации влияния
Конфиденциальность и целостность	SRTP обеспечивает высокий уровень защиты медиатрафика	SRTP – стандартное решение для WebRTC-приложений
Задержки передачи данных	Увеличение на 10–25 % из-за шифрования и дешифрования	Использовать серверы с аппаратным ускорением
Потери пакетов	Увеличение до 2 % при высокой нагрузке	Настраивать адаптивное качество видео
Инфраструктура серверов	Высокая нагрузка при множестве соединений	Оптимизировать серверную инфраструктуру

верной инфраструктуры, чтобы минимизировать влияние SRTP на производительность. Основные выводы и рекомендации представлены в табл. 2.

DTLS для защиты сигнального канала

Datagram Transport Layer Security (DTLS) – это протокол, обеспечивающий безопасность связи через транспортный слой в сетях, использующих протоколы с ненадежной доставкой данных, такие как UDP. Протокол обеспечивает аутентификацию участников, защиту от атак «человек посередине», шифрование данных и устойчивость к повторным атакам. Результаты тестирования показывают, что использование DTLS увеличивает время установления со-

единений из-за выполнения криптографических операций, таких как рукопожатие и обмен сертификатами (рис. 3).

DTLS также эффективно защищает соединения от атак, таких как *Man-in-the-Middle*, подмена ключей и *replay*-атаки, практически исключая их успешность (рис. 4). Основные выводы и рекомендации по DTLS обобщены в табл. 3.

Совместное использование SRTP и DTLS

SRTP и DTLS совместно обеспечивают всестороннюю защиту WebRTC-приложений. DTLS отвечает за аутентификацию участников и безопасный обмен ключами шифрования, которые затем используются SRTP для шифрования ме-

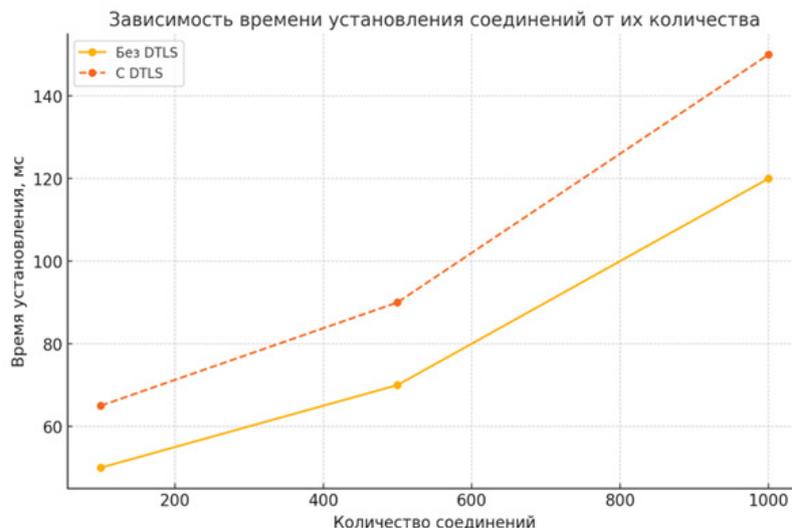


Рис. 3. Время установления соединений от их количества

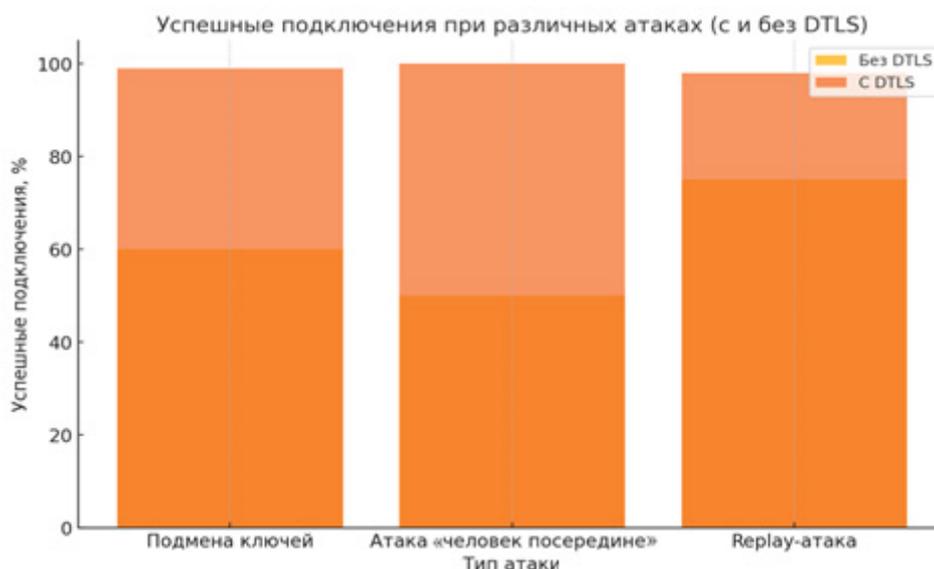


Рис. 4. Успешные подключения при атаках (с/без DTLS)

диаграмма. Эта комбинация обеспечивает конфиденциальность, целостность данных и защиту от атак «человек посередине».

Результаты тестирования показывают, что совместное использование протоколов увеличивает задержку системы на 15–20 % из-за дополнительной обработки данных, включая установление соединения и шифрование (рис. 5).

Кроме того, наблюдается рост потерь пакетов, особенно при числе соединений свыше

500, что связано с повышенной нагрузкой на серверную инфраструктуру (рис. 6).

Как показано на рис. 6, совместное использование *SRTP* и *DTLS* увеличивает потери пакетов при высокой нагрузке из-за дополнительной нагрузки на серверы. Однако их комбинация обеспечивает высокий уровень безопасности, исключая успешные атаки, такие как подмена ключей и *replay*-атаки, превосходя эффективность отдельных протоколов. Выводы и рекомендации приведены в табл. 4.

Таблица 3. Выводы по DTLS

Параметр	Описание	Рекомендации для минимизации влияния
Эффективность защиты	DTLS предотвращает основные угрозы, включая <i>Man-in-the-Middle</i> , подмену ключей и <i>replay</i> -атаки	Регулярно обновлять сертификаты и применять строгую политику аутентификации
Время установления соединений	Увеличение на 25–30 % из-за криптографической обработки (рукопожатие, обмен сертификатами)	Использовать аппаратное ускорение криптографии и оптимизировать процесс рукопожатия
Устойчивость к атакам	DTLS полностью защищает соединения от атак и обеспечивает высокий процент успешных подключений	Настраивать DTLS с минимально необходимым уровнем криптографической сложности

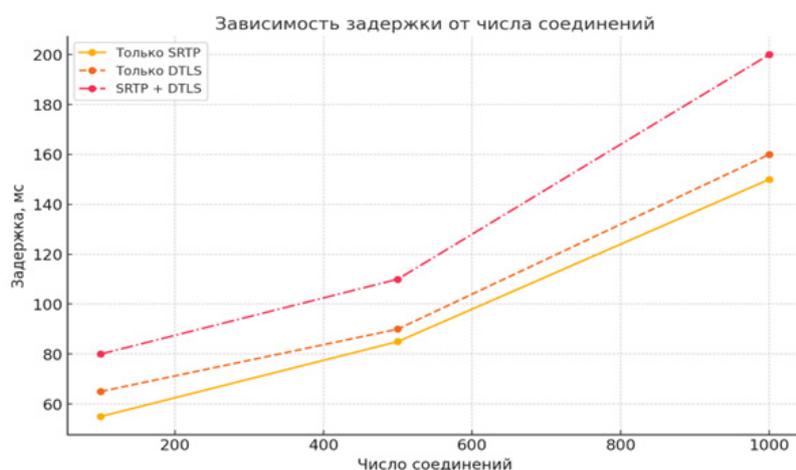


Рис. 5. Зависимость задержки от числа соединений

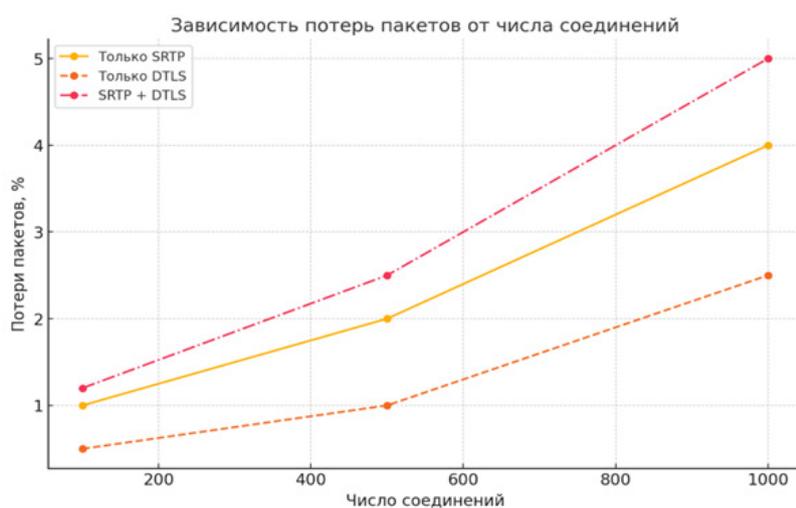


Рис. 6. Зависимость потерь пакетов от числа соединений

Таблица 4. Выводы по совместному использованию *SRTP* и *DTLS*

Параметр	Описание	Рекомендации для минимизации влияния
Эффективность защиты	Совместное использование <i>SRTP</i> и <i>DTLS</i> предотвращает атаки «человек посередине», подмену ключей и <i>replay</i> -атаки	Использовать эту комбинацию для критически важных приложений
Задержки системы	Увеличение на 15–20 % из-за обработки шифрования и аутентификации	Оптимизировать инфраструктуру с использованием аппаратного ускорения криптографии
Потери пакетов	Рост потерь при высокой нагрузке	Усилить серверы для больших нагрузок
Применимость	Комбинация протоколов идеально подходит для приоритетных приложений с высоким уровнем безопасности	Для некритичных задач, где важна минимальная задержка, можно использовать только <i>SRTP</i> с динамическими ключами

Заключение

В ходе исследования проанализированы протоколы *SRTP* и *DTLS*, являющиеся основой обеспечения безопасности *WebRTC* приложений. Тестирование подтвердило их эффективность в защите медиатрафика и сигнального канала, а также выявило их влияние на производительность системы.

SRTP обеспечивает конфиденциальность и целостность данных, предотвращая их перехват и модификацию. Однако его использование увеличивает задержки и потери пакетов при высокой нагрузке, что требует оптимизации серверной инфраструктуры. Для минимизации этих эффектов рекомендуется применять алгоритм *AES-128* в режиме *GCM*, адаптивное регулирование качества видео и аппаратное ускорение шифрования.

DTLS продемонстрировал надежность в защите сигнального канала, предотвращая атаки «человек посередине», подмену ключей и *replay*-атаки. При этом *DTLS* увеличивает время установления соединений, что важно учи-

тывать при проектировании высоконагруженных систем. Чтобы снизить это влияние, важно минимизировать параметры безопасности для массовых приложений, регулярно обновлять сертификаты и использовать аппаратное ускорение криптографии.

Совместное использование *SRTP* и *DTLS* обеспечивает защиту *WebRTC*-приложений, исключая успешные атаки, но увеличивает задержки и потери пакетов, требуя значительных ресурсов и адаптации инфраструктуры. Для оптимизации рекомендуется использовать ближайшие *STUN*-серверы, разделять процессы шифрования и передачи данных, применять кэширование ключей *DTLS*. Будущие исследования будут направлены на оптимизацию *SRTP* и *DTLS*, алгоритмы динамической настройки шифрования, использование *WebGPU* для ускорения криптографии и интеграцию искусственного интеллекта для прогнозирования сетевых угроз. Создание адаптивной архитектуры, балансирующей безопасность и производительность, станет основой рекомендаций для массовых и корпоративных *WebRTC*-приложений.

Список литературы

1. Креславский, А.В. *WebRTC. Архитектура, основы и использование* / А.В. Креславский. – М. : Бином, 2020.
2. Павлов, И.С. *Безопасность в WebRTC-приложениях: теория и практика* / И.С. Павлов // Вопросы информационной безопасности. – 2023. – № 4.
3. RFC 3711. The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3711>.
4. Rescorla, E. Introduction to Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP) and Datagram Transport Layer Security (DTLS) / E. Rescorla // IETF Journal. – 2022.

5. Таненбаум, Э.С. Компьютерные сети / Э.С. Таненбаум. – 6-е изд. – М. : Питер, 2021.
6. Воронкова, О.В. Вопросы высокоэффективной организации системы научно-инновационной среды / О.В. Воронкова // Reports Scientific Society. – 2013. – № 1.– С. 106–107.

References

1. Kreslavskiy, A.V. WebRTC. Arkhitektura, osnovy i ispol'zovaniye / A.V. Kreslavskiy. – М. : Binom, 2020.
2. Pavlov, I.S. Bezopasnost' v WebRTC-prilozheniyakh: teoriya i praktika / I.S. Pavlov // Voprosy informatsionnoy bezopasnosti. – 2023. – № 4.
3. RFC 3711. The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP) [Electronic resource]. – Access mode : <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3711>.
4. Rescorla, E. Introduction to Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP) and Datagram Transport Layer Security (DTLS) / E. Rescorla // IETF Journal. – 2022.
5. Tanenbaum, E.S. Komp'yuternyye seti / E.S. Tanenbaum. – 6-ye izd. – М. : Piter, 2021.
6. Voronkova, O.V. Voprosy vysokoeffektivnoy organizatsii sistemy nauchno-innovatsionnoy sredy / O.V. Voronkova // Reports Scientific Society. – 2013. – № 1.– S. 106–107.

© А.А. Чмелев, О.В. Воронкова, 2024

УДК 621.865.8

В.Г. ОКРОМЕЛИДЗЕ¹, А.Н. ЮСУПОВ¹, Е.А. СЕРИКОВА²

¹ФГАНУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики»;

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМ ЗАХВАТНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Ключевые слова: адаптация; алгоритм управления; виртуальная модель; деформация объекта; захватное устройство; манипулирование.

Аннотация. Целью исследования является разработка стратегии управления трехпалой роботизированной кистью для обеспечения возможности захвата и последующего манипулирования объектами деформируемой структуры.

В ходе выполнения работы был произведен обзор литературных источников, рассматривающих методы захвата объектов за последние пять лет, проведено математическое моделирование кинематики пальцев кисти и динамики исполнительных механизмов, разработана математическая модель регулятора силового контура управления приводами кисти, разработан алгоритм и программное обеспечение для управления цифровой моделью робота. Предложена модель регулятора силы, совмещающего скользящий режим, линейное управление и алгоритм захвата роботом объектов с учетом риска разрушения материала при манипулировании. Алгоритм основан на адаптации системы управления к свойствам объекта в процессе взаимодействия с ним.

Кратко приведены результаты экспериментов, поставленных с помощью виртуальной модели с целью отработки обеспечения возможности захвата и последующего манипулирования объектами. Результаты экспериментов показывают, что предлагаемый подход позволяет регулировать силу сжатия объекта для безопасного манипулирования.

Введение

Основной проблемой при захвате манипуляционными системами роботов объектов с заранее неизвестными параметрами является проскальзывание, которое возникает по причине избыточного веса объекта, недостаточной силы трения между объектом и захватным устройством, несбалансированных крутящих моментов, действующих на объект, а также при захвате объектов неправильной формы или захвате с краю. Чрезмерное усилие, предотвращающее скольжение, способно привести к необратимому повреждению объекта.

Для решения этой задачи применяют адаптивные алгоритмы, принимающие на вход значения с датчиков давления/силы, на основании которых делаются выводы о состоянии захвата [1; 2]. При наличии нескольких датчиков давления возможно определение области контакта пальцев с объектом, прогнозирование веса объекта и силы захвата. Имея данные датчиков о давлении и известные значения массы объекта, можно построить регрессионную модель на основе нейронной сети для прогнозирования веса объекта неизвестной массы и области контакта пальца с ним [3]. Другим способом контроля устойчивости захвата является оценка положения центра масс объекта при помощи силомоментных датчиков и кинематических параметров захватного устройства, что также позволяет регулировать силу при захвате объектов неправильной формы или при захвате объектов с краю [4]. Машинное обучение может находить применение в сложных для моделирования системах (например, мягких захватах или захва-

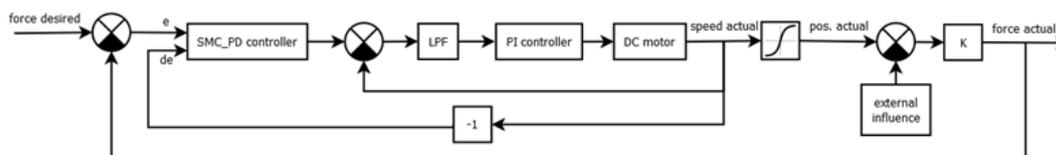


Рис. 1. Структурная схема системы управления исполнительными механизмами

тах со сложной динамикой [5]), однако требует больших затрат вычислительных ресурсов, объемов данных для обучения и значительного времени обучения.

В настоящей статье рассматривается задача захвата и удержания объекта двумя манипуляторами, аналогичными описанным в работах [6; 7]. Поднятие и перемещение объектов одним манипулятором затрудняется ввиду ограниченных мощностей приводов захватного устройства или несбалансированных моментов при захвате с краю, поэтому в работе предлагается использовать двурукую антропоморфную манипуляционную систему с целью расширения диапазона доступных для манипулирования объектов и упрощения безопасного взаимодействия с ними. В связи с этим предложен подход, учитывающий свойства объекта.

Структура и динамика контура регулирования силы захвата

При управлении захватным устройством манипулятора в процессе захвата объектов необходимо учитывать несколько аспектов, которые могут потребовать изменений в стратегии управления:

- 1) учет динамических характеристик объекта;
- 2) учет физических характеристик материала объекта;
- 3) стабильность управления при захвате и удержании.

В данной работе предложено применить адаптивный *SMC-PD*-регулятор (рис. 1), поскольку в рамках решаемой задачи он имеет следующие преимущества:

- 1) *SMC*-составляющая создает нелинейную границу (скользящую поверхность), в пределах которой система сохраняет устойчивость, что делает ее менее восприимчивой к различным внешним возмущениям;
- 2) регулятор обладает способностью бы-

стро адаптироваться к изменениям в системе благодаря нелинейному компоненту;

3) регулятор позволяет достичь быстрого времени переходного процесса и высокой точности управления, что особенно важно для захвата деформируемых объектов.

4) *PD*-компонент регулятора обеспечивает линейное управление в определенной области скользящего режима, что избавляет выходной сигнал от дребезга.

Ниже приведено математическое описание работы регулятора.

Уравнение динамики объекта управления:

$$\ddot{x} = \frac{M}{J_{\text{пр}}} u, \quad (1)$$

где M – момент; $J_{\text{пр}}$ – приведенный момент инерции.

Ошибка управления и ее производная:

$$e = x_{\text{des}} - x, \dot{e} = -\dot{x}, \quad (2)$$

где x_{des} – желаемое положение исполнительного механизма; x – текущее положение исполнительного механизма.

Кинетическая энергия, которую накопил объект во время разгона:

$$W = \frac{1}{2} J_{\text{пр}} \dot{x}^2 = \frac{1}{2} J_{\text{пр}} \dot{e}^2. \quad (3)$$

Работа, которую может совершить привод на оставшемся пути в режиме торможения:

$$A = (x_{\text{des}} - x)M = e \cdot \text{sign}(\dot{e})M. \quad (4)$$

Торможение и разгон привода при движении вперед:

$$W + A > 0 \rightarrow \frac{1}{2} J_{\text{пр}} \dot{e}^2 + \quad (5)$$

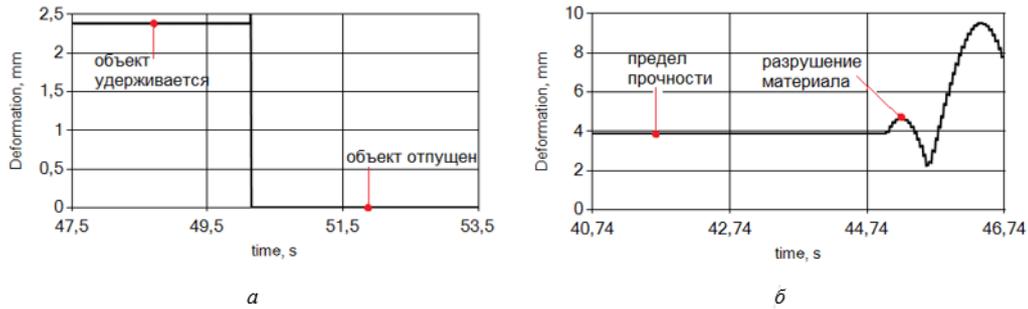


Рис. 2. График деформации объекта в линейной зоне в процессе удерживания объекта над поверхностью и отпуская, полученный экспериментально: а – в пределах зоны упругости; б – при превышении предела прочности

$$e \cdot \text{sign}(\dot{e})M > 0 \rightarrow \frac{1}{2} \frac{J_{\text{пр}}}{M} \dot{e}|\dot{e}| + e < 0; \quad (5)$$

$$W + A < 0 \rightarrow \frac{1}{2} J \dot{e}^2 + e \cdot \text{sign}(\dot{e})M < 0 \rightarrow \frac{1}{2} \frac{J_{\text{пр}}}{M} \dot{e}|\dot{e}| + e > 0; \quad (6)$$

$$x_{\text{des}} > x \rightarrow e > 0, \dot{e} < 0 \rightarrow u = -1, M = -M_{\text{max}}, \quad (7)$$

где M_{max} – максимальный момент.

Торможение и разгон привода при движении назад:

$$W + A > 0 \rightarrow \frac{1}{2} J_{\text{пр}} \dot{e}^2 + e \cdot \text{sign}(\dot{e})M > 0 \rightarrow \frac{1}{2} \frac{J_{\text{пр}}}{M} \dot{e}|\dot{e}| + e > 0; \quad (8)$$

$$W + A < 0 \rightarrow \frac{1}{2} J_{\text{пр}} \dot{e}^2 + e \cdot \text{sign}(\dot{e})M < 0 \rightarrow \frac{1}{2} \frac{J_{\text{пр}}}{M} \dot{e}|\dot{e}| + e < 0; \quad (9)$$

$$x_{\text{des}} < x \rightarrow e < 0, \dot{e} > 0 \rightarrow u = 1, M = M_{\text{max}}. \quad (10)$$

Следовательно, $M = \text{sign}(e)M_{\text{max}}$.

Для выполнения желаемого условия, при котором $e \rightarrow 0$, функция, подлежащая минимизации, имеет вид (3). Изменение параметров θ происходит в направлении антиградиента

целевой функции:

$$\frac{\partial W}{\partial \theta} = J_{\text{пр}} e \frac{\partial e}{\partial \theta}; \quad (11-12)$$

$$\dot{\theta} = -\gamma J_{\text{пр}} e \frac{\partial e}{\partial \theta},$$

где θ – настраиваемый параметр (коэффициент регулятора); γ – параметр, определяющий длину шага в процессе минимизации.

С добавлением PD-составляющей закон управления выражается как:

$$u = \begin{cases} \text{sign} \left(e + \frac{1}{2} \frac{J_{\text{пр}}}{M(\theta)} \dot{e}|\dot{e}| \right), & M > \beta, M < -\beta; \\ e + \frac{1}{2} \frac{J_{\text{пр}}}{M(\theta)} \dot{e}|\dot{e}|, & -\beta \leq M \leq \beta, \end{cases} \quad (13)$$

где u – управляющее воздействие; β – параметр границы гистерезиса.

Алгоритмы управления захватным устройством манипулятора

Для объектов, не обладающих обратимой деформацией по всей своей длине, закон Гука ($F_{\text{упр}} = k\Delta x$, где Δx – величина деформации) справедлив только в пределах малых деформаций, поскольку при приложении излишней внешней силы возможны разрушение материала или потеря его формы, так как он перестает стремиться к восстановлению своего исходного состояния (рис. 2а и 2б).

Для измерения приложенной к объек-

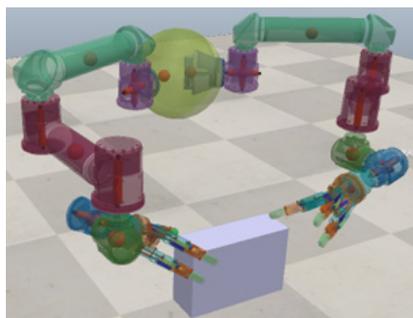


Рис. 3. Модель робота

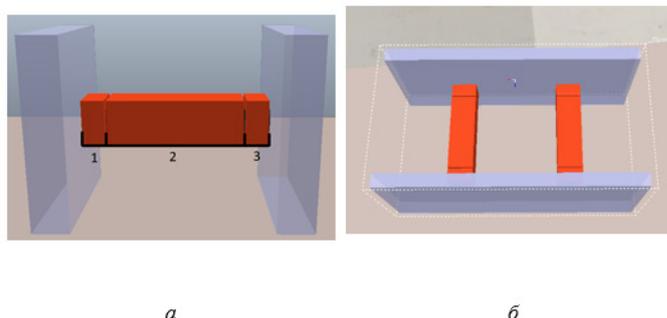


Рис. 4. Моделирование объекта: а – вид сбоку; б – вид сверху

ту силы используются данные, поступающие от датчиков давления, за исключением составляющей силы тяжести, а для оценки деформации объекта определяется взаимное расположение фаланг пальцев в пространстве с помощью решения прямой задачи кинематики.

Перед тем, как объект будет поднят, необходимо обеспечить его устойчивый захват на поверхности. Для этого предлагается использовать алгоритм оценки стабильности захвата, представленный в виде псевдокода 1. Здесь F_{\min} – минимальное значение силы, которое способен регистрировать датчик; ΔF_{\min} – минимальное значение погрешности определения усилия сжатия; t_{des} – время захвата объекта на поверхности; F_1 – сила сжатия первого захватного устройства; F_2 – сила сжатия второго захватного устройства.

Псевдокод 1. Алгоритм оценки стабильности захвата объекта.

1. инициализация t_{des} , ΔF_{\min} , θ .
2. пока объект на поверхности, делать
3. если $F_1 < F_{\min}$, то
4. сжатие пальцев первого захватного

устройства

5. иначе, если $F_2 < F_{\min}$, то
6. сжатие пальцев второго захватного устройства
7. иначе, если $F_1 \geq F_{\min}$ и $F_2 \geq F_{\min}$, то
8. если $F_1 - F_{\min} > \Delta F_{\min}$, то
9. обновление параметра адаптации θ
10. если $F_2 - F_{\min} > \Delta F_{\min}$, то
11. обновление параметра адаптации θ
12. иначе, если $F_1 - F_{\min} \leq \Delta F_{\min}$ и $F_1 - F_{\min} \leq \Delta F_{\min}$, то
13. $t = t + 1$
14. если $t = t_{des}$, то
15. подъем объекта с поверхности.

Когда объект поднят с поверхности, применяется алгоритм, регулирующий силу захвата, представленный в виде псевдокода 2. Здесь ΔX_{\max} – максимальная деформация; ts – время проскальзывания объекта; ts_{\max} – максимально допустимое время проскальзывания объекта; F_{arr} – массив значений датчиков силы; X_{arr} – массив значений деформации объекта.

Псевдокод 2. Алгоритм регулирования

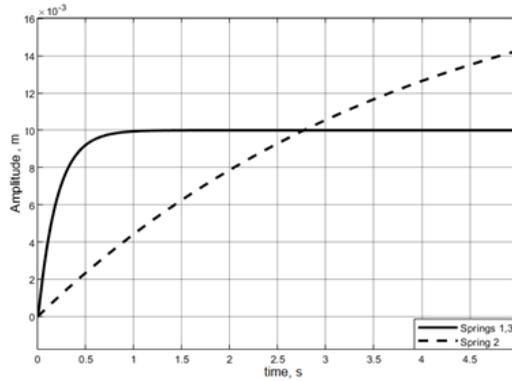


Рис. 5. Переходные процессы в моделируемой упруго-демпфированной системе объекта

силы захвата.

1. инициализация ΔX_{\max} , ts_{\max} , ΔF_{\max} , θ .
2. пока объект поднят, делать
 - 2.1. формирование массивов значений показаний датчиков силы и величин деформации объекта
3. если $F_{arr1}[i] - F_{arr1}[i - I] > \Delta F_{\max}$, то
4. $ts_1 = ts_1 + 1$
5. если $ts_1 > ts_{\max}$, то
6. увеличивается сила сжатия объекта первым захватным устройством
7. иначе, если $F_{arr1}[i] - F_{arr1}[i - I] \geq \Delta F_{\max}$
8. уменьшается сила сжатия объекта первым захватным устройством
9. если $F_{arr2}[i] - F_{arr2}[i - I] > \Delta F_{\max}$, то
10. $ts_2 = ts_2 + 1$
11. если $ts_2 > ts_{\max}$, то
12. увеличивается сила сжатия объекта вторым захватным устройством
13. иначе, если $X_{arr2}[i] - X_{arr2}[i - I] \geq \Delta X_{\max}$
14. уменьшается сила сжатия объекта вторым захватным устройством.

Моделирование захвата объекта

Для разработки и проверки алгоритмов управления была создана виртуальная модель робота в среде *CoppeliaSim* (рис. 3). Манипуляционная система состоит из многосвязного манипулятора *UR5* и прикрепленного к нему трехпалого антропоморфного захватного устройства. На проксимальных и дистальных

фалангах пальцев расположены элементы, имитирующие датчики давления.

Модель объекта манипулирования (рис. 4а и 4б) состоит из двух поверхностей, объединенных тремя пружинами, и представляет из себя упруго-демпфированную систему, где пружины номер 1 и 3 выполняют роль участков линейной деформации объекта, пружина номер 2 – нелинейной деформации объекта. Данная конфигурация позволяет провести исследование динамики системы при различных условиях нагрузки, что является ключевым аспектом для понимания поведения деформируемых объектов в различных сценариях.

Математическая модель упруго-демпфированной системы может быть описана дифференциальным уравнением второго порядка:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = F, \quad (14)$$

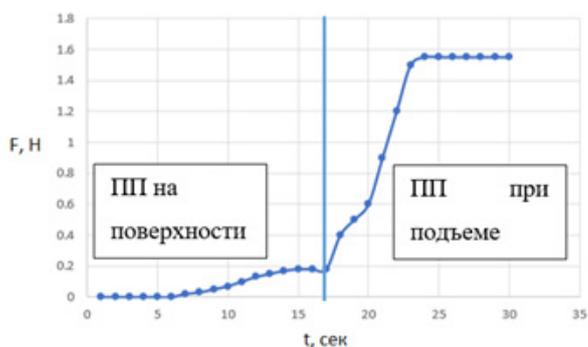
где m – масса объекта; c – коэффициент демпфирования; k – коэффициент упругости; x – смещение объекта относительно положения равновесия; F – внешняя сила, действующая на объект.

Коэффициент демпфирования определяет, насколько быстро система теряет энергию, тогда как коэффициент упругости определяет степень жесткости пружины.

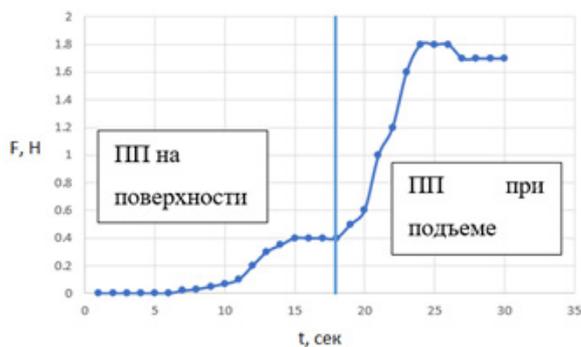
Значения коэффициентов демпфирования и упругости выбираются таким образом, чтобы после воздействия внешней силы на участках линейной деформации объект возвращался к положению равновесия без колебаний, а на

Таблица 1. Результаты экспериментов

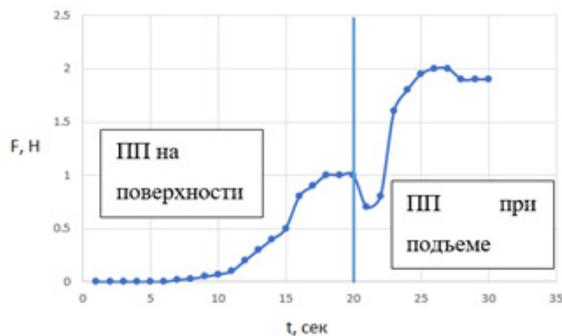
Масса объекта, кг	Сила сжатия на поверхности, Н	Сила сжатия при подъеме, Н	Величина деформации, мм	Время ПП на поверхности, с	Время ПП при подъеме, с	Перерегулирование при контакте, %	Перерегулирование при манипулировании, %
0,02	0,18	1,55	2,0	7,0	8,0	0,0	0,0
0,05	0,40	1,75	2,5	8,0	9,0	0,0	5,6
0,10	0,95	1,90	2,8	10,0	7,0	0,0	16,7



а



б



в

Рис. 6. Графики переходных процессов в контуре силы при захвате и манипулировании тремя деформируемыми объектами различной массы

участке нелинейной деформации – не возвращался (или возвращался максимально медленно в зависимости от возможностей среды моделирования), то есть его переходный процесс должен быть аperiodическим (рис. 5).

Результаты экспериментов

Эксперименты были проведены на деформируемых и твердых объектах различной массы, в качестве которых выступала упомянутая выше модель, с различными коэффициентами демпфирования и упругости пружин. В результате были получены данные (табл. 1) и графики изменения силы в процессе манипулирования объектами (рис. 6а, 6б, 6в), исходя из которых можно сделать вывод о том, что разработанная модель системы успешно справляется с задачей манипулирования де-

формируемыми телами, а переходные процессы системы удовлетворяют заданным критериям качества.

Заключение

Разработанная система управления эффективно осуществляет свою функцию в проведенных экспериментах с виртуальной моделью: регулирует силу сжатия объекта, необходимую для безопасного манипулирования им. Выходной сигнал системы при контакте с объектом не имеет перерегулирования, что удовлетворяет поставленной задаче минимизации деформации объекта при захвате. Перерегулирование при манипулировании удовлетворяет требованиям по деформации объекта и не создает угрозы разрушения структуры его материала.

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 2024 г. № 075-00697-24-01 1021051302301-9-2.2.2 «Разработка коллаборативного робота с ассистирующей двурукой антропоморфной манипуляционной системой для работы в пространствах малого объема» (FNRRG-2022-0012).

Список литературы

1. Shaw, J.S. Design of servo actuated robotic gripper using force control for range of objects / J.S. Shaw, V. Dubey // International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS), 2016.
2. Huang, S.J. Intelligent robotic gripper with adaptive grasping force / S.J. Huang, W.H. Chang, J.Y. Su // International Journal of Control, Automation and Systems. – 2017. – No. 15. – P. 2272–2282.
3. Kim, D. Artificial Intelligence-Based Optimal Grasping Control / D. Kim, J. Lee, W.Y. Chung, J. Lee // Sensors (Basel). – 2020. – Nov. 9. – No. 20(21). – P. 6390.
4. Wang, Chao. Parameter estimation and object gripping based on fingertip force/torque sensors / Chao Wang, Xizhe Zang, Xuehe Zhang, Yubin Liu, Jie Zhao // Measurement. – 2021. – No. 179(13). – P. 109479.
5. Su, Z. Force estimation and slip detection/classification for grip control using a bi-omimetic tactile sensor / Zhe Su, Karol Hausman, Yevgen Chebotar, Artem Molchanov, Gerald E Loeb, Gaurav S Sukhatme, Stefan Schaal // Proceedings of the 2015 IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids). – Seoul, Republic of Korea, 2015. – P. 297–303.
6. Видимина, Ю.О. Способы управления двурукой антропоморфной манипуляционной системой с использованием технологий виртуальной реальности / Ю.О. Видимина [и др.] // Робототехника и техническая кибернетика. – Санкт-Петербург : ЦНИИ РТК. – 2024. – Т. 12. – № 3. – С. 202–211.
7. Тимофеев, А.Н. Проблемы создания манипуляционных систем для пространства малого объема / А.Н. Тимофеев, Д.О. Дохов // Наука и бизнес: пути развития. – Санкт-Петербург : ЦНИИ РТК. – 2023. – Т. 12. – № 150. – С. 97–103.

References

6. Vidimina, YU.O. Sposoby upravleniya dvurukoy antropomorfnoy manipulyatsionnoy sistemoy

s ispol'zovaniyem tekhnologiy virtual'noy real'nosti / YU.O. Vidimina [i dr.] // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – Sankt-Peterburg : TSNII RTK. – 2024. – T. 12. – № 3. – S. 202–211.

7. Timofeyev, A.N. Problemy sozdaniya manipulyatsionnykh sistem dlya prostranstva malogo ob'yema / A.N. Timofeyev, D.O. Dokhov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – Sankt-Peterburg : TSNII RTK. – 2023. – T. 12. – № 150. – S. 97–103.

© В.Г. Окроелидзе, А.Н. Юсупов, Е.А. Серикова, 2024

УДК 621.9

Е.А. МАЛЯВИН¹, В.П. СМОЛЕНЦЕВ¹, Т.В. ЦЫМБАЛ¹, И.Ю. ПОДДУБНЫХ²¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж;²ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк

МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ГИБКИМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КОРПУСОМ

Ключевые слова: анодное растворение; гибкий корпус; металлическая проволока; металлический каркас; нагревательный элемент.

Аннотация. В работе представлен метод повышения качества изготовления и эксплуатационных характеристик изделий, содержащих гибкие металлические корпуса нагревательных элементов, а также гибких элементов деталей из металлической проволоки. Проволока наносится на металлический каркас, повторяющий геометрию детали. Бездефектное удаление металлического каркаса осуществляется путем создания требуемого зазора анодным растворением припуска с металлического каркаса в электролитах с различным агрегатным состоянием. Последнее достигается тем, что перед намоткой проволоки металлическому каркасу придают доступную для намотки форму преимущественно с прямолинейной осью; наносят на металлический каркас электролиты, каждый из которых переводят в твердое состояние до образования поверхностного слоя толщиной не более межэлектродного зазора. После чего на металлический каркас с реологической жидкостью в твердом состоянии слоя на поверхность каркаса наматывают из проволоки гибкий металлический корпус детали с зазором между витками. Подключают металлический каркас к положительному полюсу, а металлический корпус детали – к отрицательному полюсу источника низковольтного тока и повышают напряжение до появления неустойчивости тока на полюсах. Выполняют процесс анодного растворения металлического каркаса до образования зазора между гибким металлическим корпусом детали и металлическим каркасом и разделения этих сборочных элементов. Представлена визуализация предлагаемого метода. Приведены

примеры реализации метода при производстве деталей с гибким корпусом.

Введение

На сегодняшний момент в области нетрадиционных методов обработки деталей машиностроительной отрасли известны следующие подходы. В работе [1] показан способ изготовления диэлектрических деталей с отверстиями, где в пресованных спеченных деталях глухие отверстия выполняют путем установки в отверстия втулок с металлическими токоподводами, покрытыми твердым диэлектриком и разделяющими металлические втулки и металлические токоподводы на катод и анод при анодном растворении припуска для образования зазора. Недостатком способа является отсутствие возможности получения требуемых зазоров для разделения сборочных элементов, когда ось металлического токоподвода отличается от прямолинейной.

Известен способ изготовления металлических деталей с гибким корпусом в форме витых спиральных упругих пружин [2]. На оправку, служащую каркасом, наматывают гибкий металлический корпус детали из слоев проволоки в форме витков, затем формируют зазор между каркасом и слоями проволоки путем раскручивания витков проволоки, после чего разделяют сборочные элементы из линейного или слабо изогнутого каркаса и гибкого металлического корпуса детали. Недостатком известного способа является отсутствие возможности получения зазоров из-за разрушения витков и утраты эксплуатационных характеристик упругих элементов, что недопустимо, например, в летательных аппаратах.

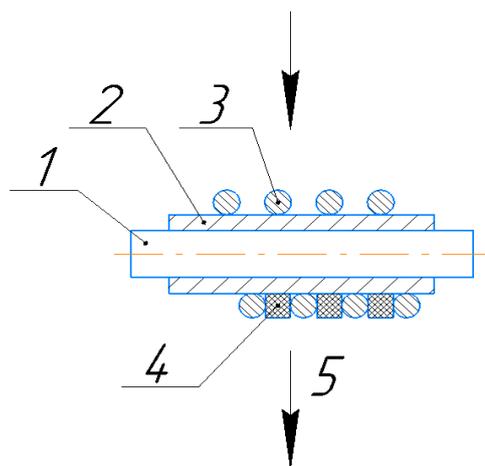


Рис. 1. Положение сборочных элементов

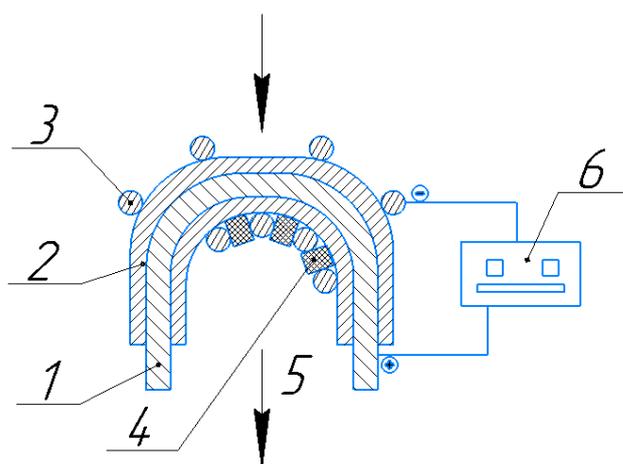


Рис. 2. Положение сборочных элементов

Наиболее близким к предлагаемому в работе методу является способ электрохимической обработки металлических покрытий на диэлектриках [3]. При этом способе электрод-анод изолирован от металлического токоподвода, служащего катодом, а подвод тока для осуществления анодного процесса осуществляют током через поверхностную пленку в виде жидкого электролита, формирующего межэлектродный зазор, получаемого из раствора отработанного проявителя, содержащего восстановленное металлическое серебро, определяющее реологическое состояние агрегатного состояния среды в процессе анодного растворения каркаса для разделения сборочных элементов из металлической детали и металлического токоподвода. Недостатком известного способа является от-

сутствие возможности создания и поддержания величины зазора между сборочными элементами из участков металлической детали и металлического токоподвода при изгибе его оси в случае электрохимической обработки отверстий, что ограничивает возможность разделения сборочных элементов с целью удаления из отверстия металлического токоподвода, мешающего после сборки достижению заданных эксплуатационных показателей изделия.

Предлагаемый метод

Основа предлагаемого метода состоит в следующем [4]. На рис. 1 приведено положение сборочных элементов детали при прямолинейном состоянии оси металлического каркаса,

где: 1 – металлический каркас; 2 – электролит из реологической жидкости; 3 – проволока металлического корпуса детали; 4 – диэлектрическая проставка; 5 – электромагнитное поле.

На рис. 2 показана схема анодного растворения каркаса в электролите из реологической жидкости в твердом агрегатном состоянии, где 6 – источник низковольтного тока с приборами контроля силы тока, напряжения и пульсом управления процессом.

На рис. 3 показан гибкий металлический корпус детали из проволоки (позиция 7).

Способ изготовления и разделения сборочных элементов детали с гибким металлическим корпусом осуществляют в следующей последовательности: перед намоткой проволоки (3) (рис. 1) на металлический каркас (1) ему придают доступную для намотки форму преимущественно с прямолинейной осью. Наносят на металлический каркас электролит (2) из реологической жидкости слоями, каждый из которых электромагнитным полем (5) переводят в твердое состояние, до образования на металлическом каркасе (1) поверхностного слоя толщиной не более межэлектродного зазора. Далее на поверхность металлического каркаса (1) с твердым слоем наматывают из проволоки (3) гибкий металлический корпус (7) детали (рис. 3). В случае изготовления нагревательных элементов не допускается короткое замыкание между соседними витками проволоки (3), для исключения которых между витками проволоки (3) со стороны меньшего внутреннего радиуса при изгибе оси металлического каркаса (1) между витками проволоки (1) устанавливают диэлектрические проставки (4). При изготовлении других деталей с гибкими корпусами из проволоки (3) проставки (4) не требуются. Далее изгибают ось металлического каркаса (1) (рис. 2) по геометрической форме на гибкий металлический корпус (7) детали (рис. 3). Для обеспечения эксплуатационных характеристик

изделий к металлическому каркасу (1) (рис. 2) подключают положительный полюс, а к металлическому корпусу детали – отрицательный полюс источника (6) низковольтного тока. Повышают напряжение до появления неустойчивости тока на полюсах, выполняют процесс анодного растворения металлического каркаса (1) до образования зазора между гибким металлическим корпусом (7) (рис. 3) детали и металлическим каркасом (1) (рис. 2) и разделения этих сборочных элементов, после чего выключают ток, удаляют диэлектрические проставки (4) (рис. 2), отключают электромагнитное поле (5), переводят электролит (2) из твердого агрегатного состояния в жидкое, сливают электролит (2) и удаляют из гибкого металлического корпуса (7) (рис. 3) детали металлического каркаса (1) (рис. 2).

В некоторых случаях величина зазора оказывается недостаточной для удаления каркаса. В такой ситуации через зазор проливают электролит и удаляют припуск с каркаса до разъединения корпуса и каркаса без силовых воздействий, нарушающих эксплуатационные свойства детали.

Заключение

Таким образом, в работе представлен метод изготовления и электрохимического разделения сборочных элементов с гибким металлическим корпусом. Метод относится к области физикотехнической обработки в машиностроении и может быть использован при изготовлении гибких металлических корпусов нагревательных элементов и элементов деталей из металлической проволоки. Например, можно изготовить прямую витую металлическую пружину из закаленной стали путем навивки на каркас в форме круглого металлического стержня из стали или изготовить нить накаливания из вольфрама нагревательного элемента прибора из проволоки в форме витков и др.

Список литературы

1. Смоленцев В.П., Трофимов В.Т., Трофимов В.В. Способ изготовления диэлектрических деталей с отверстиями. Патент № 1673329 РФ, МПК В23Н 3/00, В23Н 9/14; заявл. 03.05.1989; опубл. 30.08.91, бюл. № 32.
2. Богуславский, Б.Л. Справочник металлиста. В 5-ти томах / Б.Л. Богуславский, А.Н. Малов, М.П. Новиков, А.Г. Рахштадт, С.А. Чернавский. – М. : Машиностроение. – 1976. – Т. 1.
3. Смоленцев В.П., Трофимов В.В., Болдырев А.И., Садыков З.Б. Способ электрохимической обработки металлических покрытий на диэлектриках. Патент № 1299719 РФ, МПК В23 3/08,

H05K 3/18; заявл. 19.03.1985; опубл. 30.03.1987, бюл. № 12.

4. Малявин Е.А., Смоленцев В.П., Известков А.А., Стародубцев И.Г. Способ изготовления и разделения сборочных элементов детали с гибким металлическим корпусом. № 2023136218 РФ, СПК В23Н 5/06, В23Р 15/00; заявл. 29/12/2023; опубл. 25.10.2024, бюл. № 30.

References

1. Smolentsev V.P., Trofimov V.T., Trofimov V.V. Sposob izgotovleniya dielektricheskikh detaley s otverstiyami. Patent № 1673329 RF, МПК В23Н 3/00, В23Н 9/14; заявл. 03.05.1989; опубл. 30.08.91, бюл. № 32.

2. Boguslavskiy, B.L. Spravochnik metallista. V 5-ti tomakh / B.L. Boguslavskiy, A.N. Malov, M.P. Novikov, A.G. Rakhshadt, S.A. Chernavskiy. – М. : Mashinostroyeniye. – 1976. – Т. 1.

3. Smolentsev V.P., Trofimov V.V., Boldyrev A.I., Sadykov Z.B. Sposob elektrokhimicheskoy obrabotki metallicheskih pokrytiy na dielektrikakh. Patent № 1299719 RF, МПК V23 3/08, H05K 3/18; заявл. 19.03.1985; опубл. 30.03.1987, бюл. № 12.

4. Malyavin Ye.A., Smolentsev V.P., Izvestkov A.A., Starodubtsev I.G. Sposob izgotovleniya i razdeleniya sborochnykh elementov detali s gibkim metallicheskim korpusom. № 2023136218 RF, СПК В23Н 5/06, В23Р 15/00; заявл. 29/12/2023; опубл. 25.10.2024, бюл. № 30.

© Е.А. Малявин, В.П. Смоленцев, Т.В. Цымбал, И.Ю. Поддубных, 2024

УДК 616-073.754.3, 678.046.82

А.И. РОДИОНОВ¹, А.П. КАЛИНИН¹, И.Д. РОДИОНОВ¹, В.Э. СКВОРЦОВ²

¹АО «Научно-технический центр «Реагент», г. Москва;

²ООО «Научно-производственное предприятие Видеоэлектроника», г. Талдом

ПОДБОР КАТОДОЛЮМИНОФОРА С МАКСИМАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО ИСТОЧНИКА ИМПУЛЬСНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ НАПРЯЖЕНИИ НА АНОДЕ ТРУБКИ 20–25 КВ

Ключевые слова: бериллий; видимый спектр; катодолюминофор; оксид кремния; рентгеновская трубка; спектрограмма; стеклянная колба.

Аннотация. Цель исследования – с помощью рентгенофлуоресцентного комплекса «Призма – Эко» провести исследование большого ряда люминофоров для выбора люминофора с максимальным энергетическим выходом излучения рентгеновской трубки. Задачи исследования включают в себя: регистрацию спектрограмм распределения по энергиям рентгенофлуоресценции люминофоров, определение содержания тяжелых металлов в люминофоре и стекле колбы, оценку ослабления рентгеновского излучения в стекле колбы рентгеновской трубки. Гипотеза исследования состоит в предположении о том, что содержание различных тяжелых металлов в люминофорах и стекле колбы рентгеновских трубок оказывает сильное влияние на генерацию рентгеновского излучения. Использовался метод рентгено-спектроскопии, реализуемый с помощью комплекса «Призма – Эко» посредством облучения образца люминофора излучением рентгеновской трубки, регистрации детектором исходящего из образца люминисцентного излучения и его спектрального анализа. Достигнутые результаты: среди всех исследуемых люминофоров наибольшим энергетическим выходом обладает образец типа КЛК-3-НЛ. В стекле колбы из сравнительно тяжелых элементов деления есть цинк и мышьяк, но их ко-

личество относительно невелико, поэтому они не будут оказывать большого дополнительного задерживающего влияния на рентгеновское излучение с энергией более 15 кэВ. Практическая значимость определяется возможностью представленного в работе метода выбирать люминофоры рентгеновских трубок с наибольшим энергетическим выходом, что дает возможность формирования различных диаграмм излучения, в том числе и для получения объемных изображений образцов.

Для проведения элементного, структурного и химического анализа, особенно при исследовании металлов, стекла, керамики и строительных материалов [1–4], а также для исследований в области геохимии, судебной медицины, археологии и предметов искусства, таких как картины, широко используется метод рентгеновской флуоресценции. Он заключается в регистрации характерного «вторичного» (флуоресцентного) излучения, исходящего из материала, который был возбужден в результате бомбардировки высокоэнергетическим рентгеновским излучением. При поглощении в веществе рентгеновского кванта возникают вторичные процессы передачи энергии, приводящие к излучению квантов с более длинной волной и с задержками по времени.

Наиболее ярким примером уникальных структурных исследований, которые стали возможны только благодаря использованию рентгеновского излучения, являются исследования

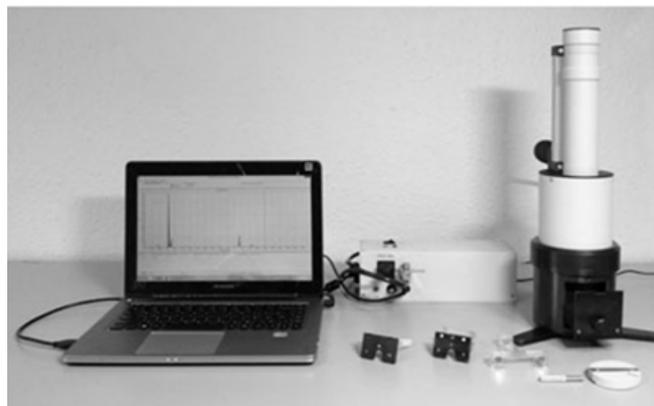


Рис. 1. Фотография комплекса «Призма – Эко»

строения промежуточных и возбужденных структур в различных химических реакциях. Особый интерес подобные исследования представляют для биологических объектов и процессов каталитических реакций.

В качестве источника рентгеновского излучения может использоваться как синхротрон, так и рентгеновская трубка. Однако для проведения лабораторных исследований и, в частности, для изучения характеристик рентгеновских и оптических детекторов, целесообразно ограничиться применением рентгеновской трубки как более простого и недорогого инструмента.

Следует отметить, что при проведении указанных исследований интенсивность рассеянного образцом, например, катодолюминофором, рентгеновского сигнала и вторичного флуоресцентного излучения относительно невелика. Интенсивность же воздействия на исследуемый образец ограничена возможностью его разрушения. Таким образом, высокочувствительные и, в частности, монофотонные датчики рассеянного образцом рентгеновского и флуоресцентного оптического излучения остаются всегда актуальными [5].

Для создания импульсного рентгеновского источника, который бы одновременно наряду с рентгеновским производил бы излучение в оптическом диапазоне, требовался выбор необходимого катодолюминофорного покрытия окна рентгеновской трубки. Кроме того, ставилась задача максимального выхода интенсивности характеристического рентгеновского излучения при напряжении на аноде рентгеновской трубки 20–25 кВ. Также необ-

ходимо исследование стекла колбы рентгеновской трубки с целью наличия в нем тяжелых металлов, ослабляющих проходящее рентгеновское излучение.

Таким образом, целью статьи является описание аппаратуры, методики и результатов экспериментального исследования большого числа катодолюминофоров для выбора из них наиболее эффективного в части получения максимально интенсивного рентгеновского и оптического излучения и оценки ослабления рентгеновского пучка при прохождении выходного окна как из стекла на основе оксида кремния, так и из бериллия.

Описание эксперимента. Рентгено- флуоресцентный комплекс «Призма – Эко»

Для нахождения катодолюминофора [6], который имеет максимальную интенсивность рентгеновского излучения при напряжении на аноде мультиспектрального сканирующего источника 20–25 кВ были сняты на рентгенофлуоресцентном комплексе (РФСА) типа «Призма – Эко» [7] спектры характеристического излучения большого ряда катодолюминофоров. Были исследованы следующие типы катодолюминофоров: К-63, КЛК-3-НЛ, К-75-3, КВ-456, КВ-520-2, КДЦ-612, КЗЛ-31-5, КЗЛ-7, КЛК-3-НЛ, КС-530, КС-505, Л-1, Л-15, Лимит, П-4. Также был снят РФА-спектр с его расшифровкой для стекла колбы лампы импульсного рентгеновского источника.

Фотография комплекса «Призма – Эко» показана на рис. 1, а схема комплекса – на рис. 2.

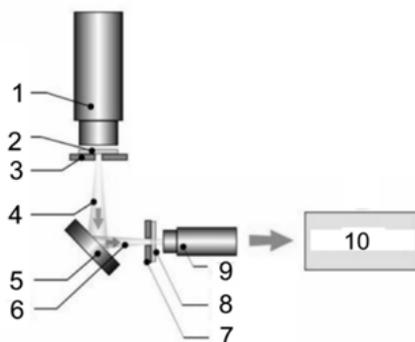


Рис. 2. Схема рентгенофлуоресцентного комплекса «Призма – Эко»

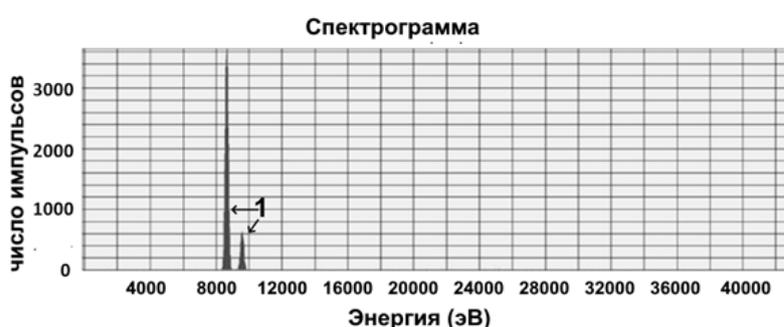


Рис. 3. Распределение по энергиям рентгенофлуоресценции катодолюминофора KB-456

Таблица 1. Содержание тяжелых элементов в люминофоре

Металлы	Концентрация	Интенсивность
Zn – цинк (1)	100,00	41 442,0

Здесь 1 – рентгеновая трубка, 2 – бериллиевое окно, 3 – коллиматор, 4 – тормозное излучение, 5 – образец, 6 – характеристическое излучение, рентгеновское люминесцентное излучение, 7 – коллиматор, 8 – бериллиевое окно, 9 – детектор, 10 – спектрометр.

Методика эксперимента

Методика экспериментального исследования представляет собой следующую последовательность процедур. Рентгеновая трубка (1) создает рентгеновское излучение, которое проходит через бериллиевое окно (2). Коллиматор (3) формирует тормозное излучение (4), которое

попадает на исследуемый образец (5). Излучаемое образцом рентгеновское люминесцентное излучение (6) проходит через коллиматор (7), далее через бериллиевое окно (8) и попадает на детектор (9). Спектрометр (10) регистрирует распределения по энергиям рентгенофлуоресценции и определяет состав элементов катодолюминофора.

Диапазон определяемых элементов – комплекс от кальция до плутония, а одновременно определяемые элементы – кальций, титан, ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, серебро, олово, вольфрам, ртуть, свинец, висмут, селен, кадмий, мышьяк.

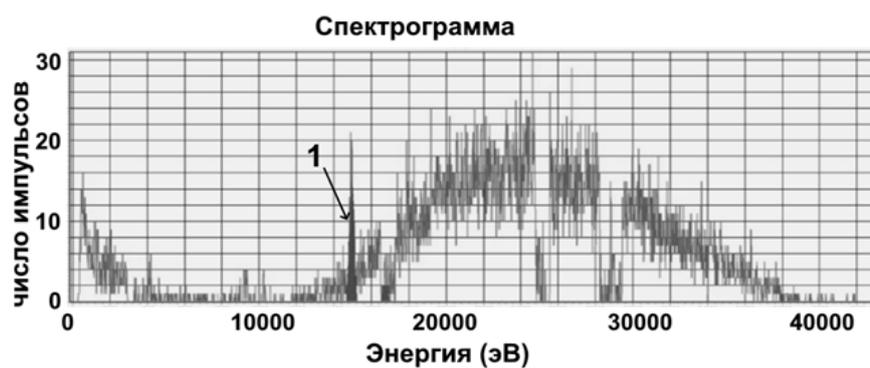


Рис. 4. Распределение по энергиям рентгенофлуоресценции катодолюминофора УФ-люминофор

Таблица 2. Содержание тяжелых элементов в катодолюминофоре УФ-люминофор

Металлы	Концентрация	Интенсивность
Y – итрий (1)	100,00	143,8

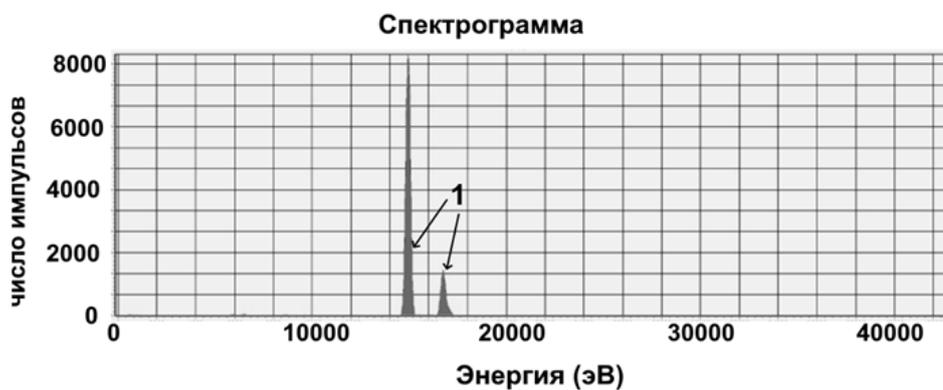


Рис. 5. Распределение по энергиям рентгенофлуоресценции катодолюминофора КЛК-3-НЛ

Таблица 3. Содержание тяжелых элементов в катодолюминофоре КЛК-3-НЛ

Металлы	Концентрация	Интенсивность
Mn – марганец	2,45	221,5
Fe – железо	1,14	166,8
Zn – цинк	0,41	251,1
Y – итрий (1)	96,0	90 805,4

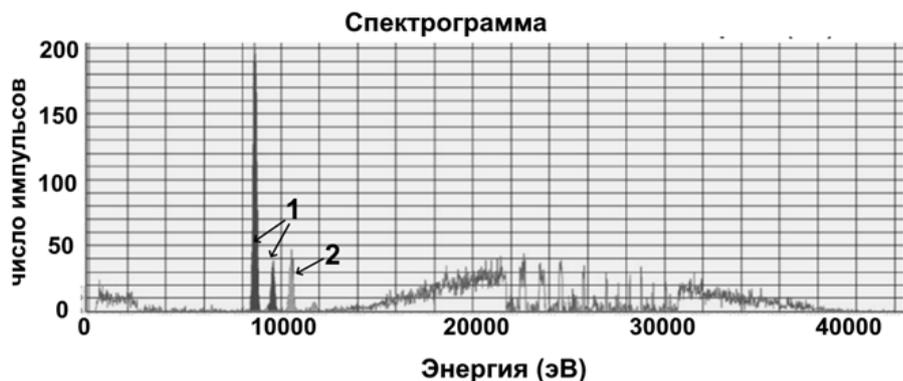


Рис. 6. Распределение по энергиям рентгенофлуоресценции стекла колбы рентгенового источника

Таблица 4. Содержание тяжелых элементов в катодлюминофоре стекла колбы рентгеновской трубки

Металлы	Концентрация	Интенсивность
Zn – цинк	70,70	2 262,2
As – мышьяк (2)	29,30	487,2

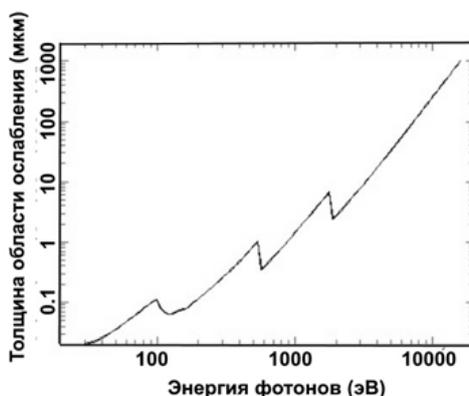


Рис. 7. Расчет ослабления рентгеновского излучения при прохождении стекла на основе оксида кремния, угол падения пучка 90 °

Результаты и их обсуждение

В качестве примеров выхода рентгеновского излучения и состава тяжелых элементов катодлюминофоров приведены результаты для следующих люминофоров: КВ-456, УФ-люминофор и КЛК-3-НЛ (рис. 3–6, табл. 1–4).

Содержание тяжелых элементов в люмино-

форе (концентрация в относительных единицах, интенсивность – число импульсов 1/с) представлено в табл. 1.

На рис. 5 не воспроизвелись остальные элементы, приведенные в табл. 3, в виду малости их интенсивностей.

Среди всех катодлюминофоров наиболее выделяется образец типа КЛК-3-НЛ с пиком иттрия величиной 90 805 единиц и энергией фото-

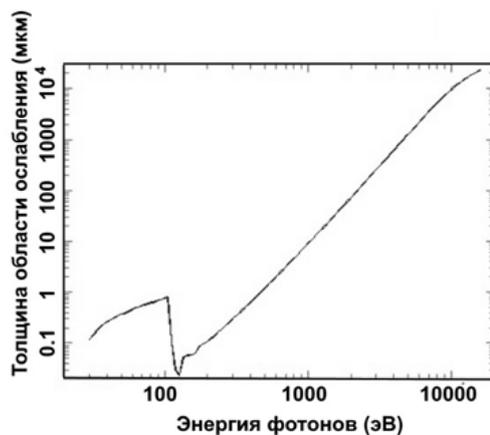


Рис. 8. Расчет ослабления рентгеновского излучения при прохождении пластины бериллия, угол падения пучка 90°

нов (в основном пике), близкой к 15 кэВ. Следует ожидать, что применение этого люминофора в конструкции мультиспектрального сканирующего источника позволит получить наибольшую интенсивность выхода рентгеновского излучения в рамках нашей конструкции лампы.

Также был снят РФА-спектр с его расшифровкой для стекла колбы лампы мультиспектрального сканирующего источника (спектрограмма показана на рис. 6, а в табл. 4 приводится содержание тяжелых элементов в катодолуминофоре стекла колбы рентгеновской трубки).

В стекле лампы из сравнительно тяжелых элементов есть цинк и мышьяк, но их количество относительно невелико (интенсивность пиков 2 262 и 487 единиц, соответственно), а энергия составляет порядка 8,3–10,7 кэВ, поэтому данные добавки в стекло не будут оказывать большого дополнительного задерживающего влияния на рентгеновское излучение с энергией более 15 кэВ.

Для оценки ослабления рентгеновского излучения в стекле рентгеновской трубки в качестве образца было выбрано стекло на основе оксида кремния (SiO_2). Был использован калькулятор расчета ослабления рентгеновского излучения для различных длин области ослабления выбранного вещества в зависимости от энергии его. Эта программа выложена на сайте *X-Ray Attenuation Length*. На рис. 7 показан расчет до энергии 16 кэВ. Это как раз та энергия характеристического излучения иттрия, который в выбранном катодолуминофоре КЛК-3-НЛ и ге-

нерирует наиболее интенсивный поток характеристического излучения в районе 16 кэВ.

Здесь по оси абсцисс отложена энергия фотонов рентгеновского излучения, а по оси ординат размер области ослабления выбранного вещества (в данном случае оксида кремния). Каждая точка графика соответствует поглощению $2/3$ интенсивности рентгеновского излучения. Следует отметить довольно сильное поглощение для стекла на основе оксида кремния. При толщине в 2 мм будет поглощено 90 % падающего рентгеновского излучения при энергии 15 кэВ.

Интересно было посмотреть, как ослабляется рентгеновское излучение бериллием, так как это вещество очень часто используется для окон в рентгеновских источниках. На рис. 8 приведен аналогичный расчет ослабления рентгеновского пучка для бериллия.

Из рис. 8 видно, ослабление в 67 % ($2/3$) для энергии рентгеновских фотонов 16 кэВ происходит для толщины области ослабления бериллия в 100 мм. Т.е. при разумных толщинах бериллиевого окна в несколько мм его ослаблением можно будет пренебречь.

Заключение

Эксперименты по изучению люминофоров К-63, КЛК-3-НЛ, К-75-3, КВ-456, КВ-520-2, КДЦ-612, КЗЛ-31-5, КЗЛ-7, КЛК-3-НЛ, КС-530, КС-505, Л-1, Л-15, выполненные с помощью рентгенофлуоресцентного комплекса «Призма – Эко», позволили определить люмино-

фор с максимальным энергетическим выходом рентгеновского излучения. Также с помощью рентгенофлуоресцентного комплекса «Призма – Эко» была оценена возможная степень влияния тяжелых металлов в стекле колбы рентгеновского источника на ослабление рентгеновского излучения.

Было показано, что катодлюминофор КЛК-3-НЛ обеспечивает максимальный выход рентгеновского излучения при использовании в качестве вещества анода импульсного рентгеновского источника с выходом и рентгеновского и оптического излучений в области энергий рентгеновского излучения порядка 15–16 кэВ.

Также было установлено, что тяжелые элементы стекла колбы рентгеновской трубки не будут оказывать большого дополнительного задерживающего влияния на рентгеновское излучение с энергией более 15 кэВ.

Расчеты поглощения рентгеновского излучения при прохождении стекла на основе оксида кремния показали довольно существенное влияние этого типа стекла на ослабление интенсивности рентгеновского излучения. Однако при разумных толщинах стекла (1–2 мм) выходящего излучения будет достаточно для работы совместно с монофотонным рентгеновским датчиком.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ по соглашению от 28.06.2024 г. № 075-15-2024-637.

Список литературы

1. Андреев, П.В. Рентгеновский фазовый анализ поликристаллических материалов / П.В. Андреев, В.Н. Трушин, М.А. Фаддеев // Нижегородский госуниверситет. Нижний Новгород. – 2012. – 89 с.
2. Гласкер, Дж. Анализ кристаллической структуры / Дж. Гласкер, К. Трублад // Мир. – М., 1974. – 192 с.
3. Особенности проявления множественной люминесценции органических соединений в фотоотвержденных акриловых полимерах / И.А. Матвеева, В.Т. Шашкова, А.В. Любимов [и др.] // Химическая физика. – 2019. – Т. 38. – № 9. – С. 30–38.
4. Чижов, П. Приборы и методы рентгеновской и электронной дифракции / П. Чижов, Э. Левин, А. Митяев, А. Тимофеев // Московский физико-технический институт. – М., 2011. – 152 с.
5. Belov, A.A. Ultraviolet Monophoton Sensor «Korona» / A.A. Belov, V.V. Egorov, A.P. Kalinin, N.A. Korovin, A.I. Rodionov, I.D. Rodionov, S.N. Stepanov // Automation and Remote Control. – М., 2014. – Vol. 75. – No.12. – P. 345–349.
6. Люминофоры для специальных электронно-лучевых трубок [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://luminophor.ru/catalog/lyuminofory/katodolyuminofory/katodolyuminofory-dlya-spetsialnykh-elektronno-luchevykh-trubok>
7. Прибор 6936 – рентгенофлуоресцентный комплекс экологического контроля «Призма – Эко» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.geo-ndt.ru/pribor-6936-rentgenoflyorescentnii-kompleks-kologicheskogo-kontrolya-prizma-eko.htm>.

References

1. Andreyev, P.V. Rentgenovskiy fazovyy analiz polikristallicheskih materialov / P.V. Andreyev, V.N. Trushin, M.A. Faddeyev // Nizhegorodskiy gosuniversitet. Nizhniy Novgorod. – 2012. – 89 s.
2. Glasker, Dzh. Analiz kristallicheskoy struktury / Dzh. Glasker, K. Trublad // Mir. – М., 1974. – 192 s.
3. Osobennosti proyavleniya mnozhestvennoy lyuminestsentsii organicheskikh soyedineniy v fotootverzhdennykh akrilovykh polimerakh / I.A. Matveyeva, V.T. Shashkova, A.V. Lyubimov [i dr.] // Khimicheskaya fizika. – 2019. – T. 38. – № 9. – S. 30–38.
4. Chizhov, P. Pribory i metody rentgenovskoy i elektronnoy difraktsii / P. Chizhov, E. Levin, A. Mityayev, A. Timofeyev // Moskovskiy fiziko-tekhnicheskii institut. – М., 2011. – 152 s.
5. Belov, A.A. Ultraviolet Monophoton Sensor «Korona» / A.A. Belov, V.V. Egorov, A.P. Kalinin,

N.A. Korovin, A.I. Rodionov, I.D. Rodionov, S.N. Stepanov // Automation and Remote Control. – М., 2014. – Vol. 75. – No.12. – P. 345–349.

6. Lyuminofovy dlya spetsial'nykh elektronno-luchevykh trubok [Electronic resource]. – Access mode : <https://luminophor.ru/catalog/lyuminofovy/katodolyuminofovy/katodolyuminofovy-dlya-spetsialnykh-elektronno-luchevykh-trubok>

7. Pribor 6936 – rentgenofluorestsentnyy kompleks ekologicheskogo kontrolya «Prizma – Eko» [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.geo-ndt.ru/pribor-6936-rentgenoflyorescentnii-kompleks-kologicheskogo-kontrolya-prizma-eko.htm>.

© А.И. Родионов, А.П. Калинин, И.Д. Родионов, В.Э. Скворцов, 2024

УДК 658.7

В.В. БОРИСОВ, Ю.Ю. ЧЕРЕМУХИНА

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ОЦЕНКА РИСКОВ КОНФИГУРАЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДАННЫМ ПРОЦЕССОМ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: менеджмент рисков; разработка конфигураций; риск-ориентированный подход; система менеджмента качества; управление переданным процессом в ракетно-космической отрасли; управление рисками.

Аннотация. Цель статьи – осветить управление конфигурациями переданного процесса через управление рисками. Задачами статьи являются определение рисков для каждой конфигурации, предложение мероприятий по их парированию.

В работе обосновывается нормативно-методическая и прикладная необходимость разработки конфигураций управления переданным процессом в ракетно-космической отрасли. Достигнутые результаты: с применением методологии оценки рисков проведен анализ каждой конфигурации. Определен индекс каждого вида риска в рамках конкретной конфигурации, предложены решения по их парированию.

Введение

Космическая отрасль является одной из ведущих в российской экономике. Она включает в себя множество предприятий, которые разрабатывают и производят ракеты, спутники и их компоненты, а также осуществляют космические запуски и проводят научные исследования в космосе.

Когда компания решает передать часть своих процессов на аутсорсинг, ей необходимо контролировать эти процессы. Они должны быть прописаны в системе менеджмента качества. Система менеджмента качества основного подрядчика и соисполнителя должна быть сертифицирована. Если компания несет общую ответственность за выпуск продукта, то тот

факт, что часть работы (например, дизайн и разработка) выполняется сторонней организацией, не освобождает ее от необходимости следить за качеством этих процессов. Вместо этого компания должна продемонстрировать, что она принимает адекватные меры для обеспечения надлежащего качества выполнения этих процессов. Тип управления будет зависеть от характера процесса, осуществляемого третьей стороной, и связанного с ним риска. Например, управление может выражаться во включении в контракт с поставщиком пунктов для проверки нормативно-технической документации поставщика, процессов в соответствии с требованиями системы менеджмента качества поставщика и т.д.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ РВ 0015-002-2020, ОСТ 134-1028-2012 и ГОСТ Р 58876-2020 организация должна определить процессы, которые будут переданы внешним поставщикам, установить требования к этим процессам и контролировать их выполнение. Организация также должна установить требования к внешним поставщикам на всех уровнях сотрудничества.

Однако государственные или отраслевые стандарты, регулирующие управление переданными процессами, не охватывают всех аспектов этой области. В частности, они не описывают, как управлять переданными процессами и как варьировать взаимодействие с поставщиком процесса в зависимости от стоимости работ, степени влияния процесса и репутации поставщика.

Для успешной реализации долгосрочных и высокотехнологичных проектов и стратегического развития космической отрасли, а также для соответствия требованиям национальных стандартов качества важно обеспечить управляемость передаваемых процессов.

В статье [1] определены варианты конфигураций управления переданными процессами

Критерий	Конфигурация			
	1	2	3	4
Стоимость контракта по выполнению работ	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Влияние на выполнение всей ОКР	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Репутация поставщика, основанная на опыте уже выполненных контрактов с головным исполнителем ОКР по схожим работам	Средняя	Средняя	Средняя	Высокая
Наличие научно-технического задела по направлениям предполагаемых работ	Есть	Есть	Есть	Есть
Наличие альтернативных соисполнителей, выполняющих данные работы	Есть	Есть	Есть	Есть
Наличие у соисполнителя сложившихся производственных отношений с вторичной кооперацией (при необходимости)	Нет	Нет	Есть	Есть

Рис. 1. Варианты конфигураций управления процессами

Вид риска \ Конфигурация	Конфигурация 1	Конфигурация 2	Конфигурация 3	Конфигурация 4
Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	+	+	+	+
Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	+	+	+	+
Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	+	+	+	+
Несоответствие требованиям, установленным в ТЗ		+	+	+
Не прохождение испытаний.		+	+	+
Ненадлежащий уровень надежности			+	+
Превышение фактической стоимости договора				+
Текучесть квалифицированных работников организации		+	+	+

Рис. 2. Идентификация рисков для выявленных конфигураций

(рис. 1) и предложены методики контроля для каждой конфигурации.

В данной статье предлагается осветить управление конфигурациями переданного процесса через управление рисками.

Объекты и методы исследования

Передача процесса может проходить по-разному: от головного исполнителя всей опытно-конструкторской работы к соисполнителю, от соисполнителя к его соисполнителю. Также может передаваться процесс от разработки программного комплекса для изделия (или отдельных программных компонентов) до самого

создания всего изделия или комплекса изделий, вплоть до всей наземной или космической инфраструктуры, поэтому становится понятным, что обеспечение управляемости такими процессами различно.

В свою очередь, для полноценного обеспечения управляемости процесса немаловажной составляющей являются выявление и оценка рисков в целях их дальнейшего парирования. В зависимости от рассматриваемой конфигурации будут меняться индексы рисков, поскольку вероятность появления и тяжесть последствий каждого вида риска в рамках отдельно взятой конфигурации будут различаться.

На рис. 2 представлена идентификация ри-

Таблица 1. Оценка рисков для каждой конфигурации

№	Вид риска	Вероятность появления опасного события (от 1 до 10 баллов)	Тяжесть последствий (от 1 до 10 баллов)
Конфигурация 1			
1	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	3	10
2	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	5	5
3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	5	5
Конфигурация 2			
1	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	1	10
2	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	6	5
3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	6	5
4	Несоответствие требованиям, установленным в техническом задании (ТЗ)	5	7
5	Непрохождение испытаний	5	8
6	Текучность квалифицированных работников организации	5	5
Конфигурация 3			
1	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	1	10
2	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	5	4
3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	5	5
4	Несоответствие требованиям, установленным в ТЗ	2	7
5	Непрохождение испытаний	4	8
6	Нарушение срока сдачи работ вторичной кооперацией	5	5
7	Ненадлежащий уровень надежности	5	8
8	Текучность квалифицированных работников организации	5	6
Конфигурация 4			
1	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	1	10
2	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	5	7
3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	6	7

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

4	Несоответствие требованиям, установленным в ТЗ	5	8
5	Непрохождение испытаний	5	8
6	Нарушение срока сдачи работ вторичной кооперацией	6	6
7	Ненадлежащий уровень надежности	5	8
8	Превышение фактической стоимости договора	3	5
9	Текущая квалификация работников организации	5	6

Максимальная	E	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Высокая	D	Низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
Средняя	C	Очень низкий	Низкий	Низкий (2, 3)	Средний	Высокий
Низкая	B	Очень низкий	Очень низкий	Низкий	Низкий	Средний (1)
Минимальная	A	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Низкий
		1	2	3	4	5
Вероятность / Последствия		Незначительные	Существенные	Значительные	Критические	Катастрофические

Рис. 3. Карта рисков для конфигурации 1

Индекс риска	Вид риска	Значимость риска	Предложенные решения по парированию риска
B5	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	Средний	1. Необходимо отдавать предпочтение организации, с которой уже есть сложившиеся контрактно-договорные отношения по другим СЧ ОКР. 2. Определить и отслеживать контрольные точки хода выполнения работ
C2	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	Низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратить внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск
C3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	Низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратить внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск

Рис. 4. Управление выявленными рисками для конфигурации 1

сков для выявленных конфигураций.

Оценка и ранжирование рисков

Для проведения сравнительной оценки рисков, их ранжирования по вероятности возникновения, оценки значимости последствий их

проявления (влияния) на целевые показатели необходимо результаты полученного анализа сравнить с заданными критериями риска.

Оценивание значимости проявления риска проводится следующим образом:

– определяется категория последствий реализации риска;

Максимальная	E	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Высокая	D	Низкий	Низкий	Средний (2,3)	Высокий	Очень высокий
Средняя	C	Очень низкий	Низкий	Низкий (6)	Средний (5)	Высокий
Низкая	B	Очень низкий	Очень низкий	Низкий	Низкий	Средний
Минимальная	A	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий (4)	Низкий (1)
		1	2	3	4	5
Вероятность / Последствия		Незначительные	Существенные	Значительные	Критические	Катастрофические

Рис. 5. Карта рисков для конфигурации 2

Индекс риска	Вид риска	Значимость риска	Предложенные решения по парированию риска
A5	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	Низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск
D3	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	Средний	1. Определить и отслеживать контрольные точки хода выполнения работ. 2. Предоставление раз в месяц отчета по выполненным работам
D3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	Средний	1. Запрос проектов документов, определенных договором. 2. Обработка замечаний по несоответствующим документам в рабочем порядке
A4	Несоответствие требованиям, установленным в ТЗ	Очень низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск
C4	Не прохождение испытаний	Средний	1. Участие в проведении испытаний
C3	Текущая квалификация работников организации	Низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск

Рис. 6. Управление выявленными рисками для конфигурации 2

– определяется категория вероятности реализации риска.

Оценка критериев рисков в части проявления их последствий и вероятностей реализации риска проводится в соответствии с ГОСТ Р 58781-2019 с применением 10-балльной шкалы, где 1 – наименьшее значение (вероятность – минимальная, тяжесть – незначительная), а 10 – наибольшее (вероятность – максимальная, тяжесть – катастрофическая).

Результат оценки значимости проявления риска для каждой конфигурации управления

процессом проектирования и разработки, поставляемого внешними поставщиками, приведен в табл. 1.

В результате оценки всех вероятностей появления и тяжести последствий каждого риска в конкретной конфигурации были составлены карты рисков для каждой конфигурации (рис. 3–9 и табл. 2) с созданием плана мероприятий по управлению выявленными рисками.

Управление выявленными рисками и предложенные решения по парированию риска

Максимальная	E	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Высокая	D	Низкий	Низкий	Средний (2,3,6)	Высокий	Очень высокий
Средняя	C	Очень низкий	Низкий	Низкий (7,8)	Средний (4)	Высокий
Низкая	B	Очень низкий	Очень низкий	Низкий	Низкий (5)	Средний
Минимальная	A	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Низкий (1)
		1	2	3	4	5
Вероятность / Последствия		Незначительные	Существенные	Значительные	Критические	Катастрофические

Рис. 7. Карта рисков для конфигурации 3

Индекс риска	Вид риска	Значимость риска	Предложенные решения по парированию риска
A5	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	Низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск
D3	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	Средний	1. Определить и отслеживать контрольные точки хода выполнения работ. 2. Предоставление раз в месяц отчета по выполненным работам
D3	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	Средний	1. Запрос проектов документов, определенных договором. 2. Отработка замечаний по несоответствующим документам в рабочем порядке
C4	Несоответствие требованиям, установленным в ТЗ	Средний	1. Согласование разрабатываемой документации. 2. Участие в проведении испытаний
C4	Не прохождение испытаний	Средний	1. Участие в проведении испытаний
D3	Нарушение срока сдачи работ вторичной кооперацией	Средний	1. Согласование вторичной кооперации. 2. Определить и отслеживать контрольные точки хода выполнения работ вторичной кооперации с предоставлением информации заказчику. 2. Предоставление раз в месяц отчета по выполненным работам, в том числе по работам, выполняемым вторичной кооперацией
C4	Неадекватный уровень надежности	Средний	1. Разработка и согласование исполнителем документации, подтверждающей выполнение заданных требований надежности. 2. Необходимость включения исполнителем в контракты с вторичной кооперацией расширенной гарантии на покупаемые комплектующие изделия
C3	Текущая квалификация работников организации	Низкий	1. Принятый риск - управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск

Рис. 8. Управление выявленными рисками для конфигурации 3

представлены на рис. 4 для конфигурации 1.

Управление выявленными рисками и предложенные решения по парированию риска

представлены на рис. 6 для конфигурации 2.

Управление выявленными рисками и предложенные решения по парированию риска

Максимальная	E	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Высокая	D	Низкий	Низкий	Средний (2,6)	Высокий (3)	Очень высокий
Средняя	C	Очень низкий	Низкий	Низкий (9)	Средний (4,5,7)	Высокий
Низкая	B	Очень низкий	Очень низкий	Низкий (8)	Низкий	Средний
Минимальная	A	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Низкий (1)
		1	2	3	4	5
Вероятность / Последствия		Незначительные	Существенные	Значительные	Критические	Катастрофические

Рис. 9. Карта рисков для конфигурации 4

Таблица 2. Управление выявленными рисками для конфигурации 4

Индекс риска	Вид риска	Значимость риска	Предложенные решения по парированию риска
A5	Отзыв лицензии на предоставление соответствующих услуг	Низкий	1. Принятый риск – управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск
D3	Предоставление отчетных документов с нарушением срока, установленного договором	Средний	1. Согласование генерального графика выполнения работ. 2. Предоставление раз в месяц отчета по выполненным работам. 3. Заблаговременное письменное информирование о необходимости сдачи в срок
D4	Несоответствие отчетных документов требованиям, установленным договором	Высокий	1. Запрос проектов документов, определенных договором. 2. Отработка замечаний по несоответствующим документам в рабочем порядке. 3. Проведение технических и организационных совещаний
C4	Несоответствие требованиям, установленным в ТЗ	Средний	1. Согласование разрабатываемой документации. 2. Участие в проведении испытаний. 3. Создание совместных рабочих групп
C4	Непрохождение испытаний	Средний	1. Участие в проведении испытаний

D3	Нарушение срока сдачи работ вторичной кооперацией	Средний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Согласование вторичной кооперации. 2. Определить и отслеживать контрольные точки хода выполнения работ вторичной кооперации с предоставлением информации заказчику. 3. Предоставление раз в месяц отчета по выполненным работам, в том числе по работам, выполняемым вторичной кооперацией
C4	Ненадлежащий уровень надежности	Средний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка и согласование соисполнителем документации, подтверждающей выполнение заданных требований надежности. 2. Необходимость включения соисполнителем в контракты с вторичной кооперацией расширенной гарантии на покупные комплектующие изделия
C3	Превышение фактической стоимости договора	Низкий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принятый риск – управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск
C3	Текущая квалификация работников организации	Низкий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принятый риск – управление риском, мониторинг. Обратит внимание руководства, ответственного за выполнение работ, на данный риск

представлены на рис. 8 для конфигурации 3.

Управление выявленными рисками и предложенные решения по парированию риска представлены в табл. 2 для конфигурации 4.

Заключение

В работе сделан акцент на управление рисками для конфигураций управления процессом, переданным соисполнителю, то есть вариативности степени управления в зависимости от внешних обстоятельств. Определены и оценены виды риска для каждой выделенной конфигура-

ции управления процессом. Составлена карта рисков для каждой конфигурации, предложены решения по парированию каждого идентифицированного риска.

Полученные результаты рекомендуются к применению на предприятиях ракетно-космической отрасли, привлекающих соисполнителей к выполнению различных работ. Применение указанных методологий по управлению рисками в зависимости от конфигурации позволит головному исполнителю опытно-конструкторских работ (ОКР) иметь готовый алгоритм действий по парированию рисков.

Список литературы

1. Борисов, В.В. Разработка конфигураций управления переданным процессом в ракетно-космической отрасли / В.В. Борисов, Ю.Ю. Черемухина // Стандарты и качество. – 2024. – № 4(1042). – С. 82–86.
2. Борисов, В.В. Критерии оценки внешних поставщиков в ракетно-космической отрасли / В.В. Борисов, Ю.Ю. Черемухина // Стандарты и качество. – 2023. – № 4(1030). – С. 92–97.
3. Голуб, И.А. Оптимизация проведения испытаний радиоэлектронных средств / И.А. Голуб, В.В. Борисов // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 11(113). – С. 94–97.
4. ГОСТ Р 58781-2019 «Управление рисками при обеспечении качества изделий ракетно-космической техники».

References

1. Borisov, V.V. Razrabotka konfiguratsiy upravleniya peredannym protsessom v raketno-kosmicheskoy otrasli / V.V. Borisov, YU.YU. Cheremukhina // Standarty i kachestvo. – 2024. – № 4(1042). – S. 82–86.
2. Borisov, V.V. Kriterii otsenki vneshnikh postavshchikov v raketno-kosmicheskoy otrasli / V.V. Borisov, YU.YU. Cheremukhina // Standarty i kachestvo. – 2023. – № 4(1030). – S. 92–97.
3. Golub, I.A. Optimizatsiya provedeniya ispytaniy radioelektronnykh sredstv / I.A. Golub, V.V. Borisov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 11(113). – S. 94–97.
4. GOST R 58781-2019 «Upravleniye riskami pri obespechenii kachestva izdeliy raketno-kosmicheskoy tekhniki».

© В.В. Борисов, Ю.Ю. Черемухина, 2024

УДК 658.562.4:001.891.53

Ф.М. ГАЛИМОВ, Б.Ф. ГАЛИМОВ

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева», г. Казань

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ В ЛАБОРАТОРИЯХ НА ОСНОВЕ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Ключевые слова: вероятность риска; идентификация; испытательная лаборатория; менеджмент качества; оценка риска; персонал; управление рисками.

Аннотация. Цель – представить методологию управления рисками для обеспечения качества работы испытательных лабораторий (ИЛ). Задачи: выявить особенности управления качеством ИЛ; определить роль риск-менеджмента в обеспечении качества испытаний; разработать методологию управления рисками. Гипотеза: обеспечение качества ИЛ будет выше, если реализована предлагаемая методология риск-менеджмента. Методы: анализ особенностей системы менеджмента качества ИЛ; обобщение опыта применения риск-менеджмента в ИЛ; синтез методологии сокращения рисков. Результаты: предложена методология обеспечения качества в ИЛ на основе риск-менеджмента, включающая постановку целей и определение принципов, установление политики и характеристик процесса, выбор методов идентификации и оценки в интересах минимизации рисков.

Вопросы обеспечения качества функционирования ИЛ регулируются системой нормативной документации в виде международных и внутрироссийских стандартов, федеральным законом об аккредитации и приказом Минэкономразвития, утверждающим аккредитационные критерии (рис. 1). Достижение качества испытаний в ИЛ и получение результатов, отвечающих критериям надежности при многократном повторении испытаний [5], производится на основе выбора методов испытаний, адекватных целям оценки показателей образцов [3]. Важными для обеспечения качества являются

задачи метрологической прослеживаемости результатов измерений через взаимодействие ИЛ и поставщиков стандартных образцов, а также посредством повышения компетентности кадров в ИЛ и постоянного обновления документации вследствие расширения требований стандартов в зависимости от версии [1].

Опираясь на содержание стандарта, определяющего требования к компетентности ИЛ, принятого в 2019 г. (рис. 1), можно отметить усиление внимания к управлению рисками, или риск-менеджменту (РМ), при построении систем менеджмента качества в лабораториях. Действительно, предшествующие версии стандарта также указывали на необходимость предупреждающих мероприятий по устранению угроз качеству испытаний, однако подход обеспечения качества на основе РМ сформировался именно в данном стандарте и направлен на документационное закрепление системы РМ, включающей идентификацию и направления преодоления рисков.

Исходя из стандарта 2012 г., устанавливающего принципы управления риском (рис. 1), можно заключить, что риск следует понимать как отклонение события (состояния) от заданных целей (значений) вследствие различных видов неопределенностей, которые могут быть спрогнозированы с определенной вероятностью их наступления, но без точного знания о наступлении конкретного события.

Предлагаемая методология РМ для обеспечения качества работы ИЛ включает следующие основные компоненты.

1. Постановка целей и определение принципов управления рисками.

Основной целью осуществления РМ в лабораториях является необходимость последующего проведения аккредитационных процедур,

ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 «Оценка соответствия. Словарь и общие принципы»
ГОСТ Р 54294-2010/ISO/PAS/17001:2005 «Оценка соответствия. Беспристрастность. Принципы и требования»
ГОСТ Р ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»
ГОСТ Р ИСО 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска»
Федеральный Закон от 28.12.13 г. № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации»
Приказ Минэкономразвития России от 26.10.2020 № 707 «Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, Аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации»

Рис. 1. Нормативное обеспечение качества испытательных лабораторий (составлено авторами)

требующих постановки системы менеджмента качества, в составе документационного обеспечения которой разрабатывается руководство по качеству, имеющее в своей структуре раздел управления рисками. Также отдельными целями при внедрении РМ могут быть: повышение точности и сходимости результатов, обеспечение безопасности, малоотходности, экономической результативности, устойчивого развития и пр.

Принципы РМ также следует отражать в руководстве по качеству ИЛ, например:

- интегративный, всеобъемлющий и структурированный характер РМ, предполагающий рассмотрение управления рисками как части системы менеджмента, когда любое изменение события в ИЛ оценивается с привлечением РМ;

- адаптивный, инклюзивный, динамичный характер РМ, предполагающий учет рисков с опорой на внешние и внутренние условия функционирования ИЛ, с вовлечением заинтересованных участников в процесс управления рисками, с учетом подвижности внешних и внутренних изменений;

- необходимость обоснованного РМ, направленного на постоянное совершенствование системы, что требует учета ретроспективного опыта наступления рисков, фактической их идентификации и оценки вероятности наступления

для последующего улучшения системы управления в ИЛ [2].

2. Установление политики и характеристик процесса РМ.

Разработка политики в области РМ опирается на провозглашение значимости управления рисками для ИЛ в контекстах построения системы управления; проверки на соответствие стандартам, требованиям заказчика или аккредитационным процедурам. Далее выделяются лица, ответственные за конкретный риск, которых следует наделить ресурсами, необходимыми для минимизации риска. Затем процедуры РМ описываются в виде документации по идентификации и анализу угроз с закреплением ответственных за риск и перечнем мероприятий по его нивелированию.

Соответственно, процесс РМ будет осуществляться персоналом, ответственным за риск, с привлечением консультационных групп, исходя из действительной ситуации и ретроспективного состояния риска, и заключаться в установлении рисков, их анализе, оценке и формировании мероприятий реагирования. Важно подчеркнуть необходимость мониторинговых действий по оценке результативности мер по смягчению последствий рисков [4].

3. Выбор методов идентификации и оценки в интересах минимизации рисков.

Согласно Стандарту 2011 г., регулирующие-

му оценку рисков (рис. 1), идентификация рисков в ИЛ предполагает выделение компонентов риска, закрепление их в перечнях с описанием, разработку вариантов действий при вероятностном наступлении угроз. Наиболее часто применяемым способом генерирования компонентов рисков для обеспечения качества испытаний в ИЛ выступает мозговой штурм. Метод позволяет набрать массив возможных угроз на этапе их идентификации вследствие творческого, некритикуемого, неограничиваемого характера выдвижения предположений, лежащего в основе данного метода.

Массив отобранных на стадии мозгового штурма рисков подвергается последующей оценке с применением традиционных для управления качеством методов в виде диаграмм (Исикавы, галстук-бабочка, древовидной,) которые позволяют выявить причины и последствия рисков, установить взаимосвязи между ними для последующей разработки мер по снижению их негативных последствий. Однако наиболее часто используемым методом оценки угроз качеству функционирования ИЛ остается метод экспертного анализа с балльной оценкой вероятности риска и тяжести последствий для ИЛ [2; 4]. В таком случае методика оценки будет заключаться в следующих шагах:

- установление процесса обеспечения ка-

чества испытаний в ИЛ (например, составление задания на испытание);

- определение цели процесса (например, качественные и количественные характеристики образцов, достаточные для испытаний);
- установление требований к результату (например, обеспечение качества испытаний);
- идентификация риска (например, риск неточностей в качественном и количественном описании образца);
- выявление причины риска (например, некомпетентность персонала, ответственного за приемку заданий на испытания);
- прогноз последствий (например, рост сроков/затрат на испытания);
- экспертное установление вероятности риска в баллах, последствий от риска в баллах, уровня риска также в баллах – как произведения вероятности и тяжести риска;
- выработка действий по минимизации риска (например, обучение персонала и разработка алгоритма приемки на испытания).

Таким образом, предложена методология риск-менеджмента, включающая постановку целей и определение принципов, установление политики и характеристик процесса, выбор методов идентификации, оценки, минимизации рисков для обеспечения качества испытаний в ИЛ.

Список литературы

1. Богова, Н.В. Проблемы подтверждения метрологической прослеживаемости измерений в испытательных лабораториях / Н.В. Богова // Контроль качества продукции. – 2022. – № 9. – С. 48–52.
2. Болдырев, И.В. Управление рисками и возможностями в испытательной лаборатории / И.В. Болдырев, Т.Я. Селиванова, В.И. Шевелева // Контроль качества продукции. – 2018. – № 12. – С. 4–12.
3. Галимов, Ф.М. Методы испытаний и контроля качества авиационных горюче-смазочных материалов : учебное пособие / Ф.М. Галимов, Л.С. Яновский ; Ф.М. Галимов, Л.С. Яновский. – Казань : Изд-во Казанского гос. технического ун-та, 2010.
4. Манакова, И.А. Совершенствование системы менеджмента качества испытательной лаборатории на основе управления рисками / И.А. Манакова, Т.Н. Горлачева // Журнал исследований по управлению. – 2021. – Т. 7. – № 6. – С. 43–56.
5. Модели и алгоритм оценки надежности и оптимизации конструкций / Ф.М. Галимов, А.И. Сойко, Э.Р. Хайруллина, Н.В. Тихонова // Перспективы науки. – 2022. – № 5(152). – С. 21–24.

References

1. Bogova, N.V. Problemy podtverzheniya metrologicheskoy proslzhivayemosti izmereniy v ispytatel'nykh laboratoriyakh / N.V. Bogova // Kontrol' kachestva produktsii. – 2022. – № 9. – S. 48–52.
2. Boldyrev, I.V. Upravleniye riskami i vozmozhnostyami v ispytatel'noy laboratorii / I.V. Boldyrev, T.YA. Selivanova, V.I. Sheveleva // Kontrol' kachestva produktsii. – 2018. – № 12. –

S. 4–12.

3. Galimov, F.M. Metody ispytaniy i kontrolya kachestva aviatsionnykh goryuche-smazochnykh materialov : uchebnoye posobiye / F.M. Galimov, L.S. Yanovskiy ; F.M. Galimov, L.S. Yanovskiy. – Kazan' : Izd-vo Kazanskogo gos. tekhnicheskogo un-ta, 2010.

4. Manakova, I.A. Sovershenstvovaniye sistemy menedzhmenta kachestva ispyatel'noy laboratorii na osnove upravleniya riskami / I.A. Manakova, T.N. Gorlacheva // Zhurnal issledovaniy po upravleniyu. – 2021. – T. 7. – № 6. – S. 43–56.

5. Modeli i algoritm otsenki nadezhnosti i optimizatsii konstruktsiy / F.M. Galimov, A.I. Soyko, E.R. Khayrullina, N.V. Tikhonova // Perspektivy nauki. – 2022. – № 5(152). – S. 21–24.

© Ф.М. Галимов, Б.Ф. Галимов, 2024

УДК 658.528

*Е.В. ИВАНОВ, А.Ю. ТУМАНОВ**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург*

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ИНДУСТРИИ 4.0

Ключевые слова: железнодорожное машиностроение; Индустрия 4.0; Интернет вещей; искусственный интеллект; киберфизические системы; управление качеством; цифровизация.

Аннотация: В статье исследуется влияние технологий Индустрии 4.0 на методы улучшения качества. Рассматриваются подходы к автоматизации, предиктивному обслуживанию и применению цифровых двойников для оптимизации производственных процессов, минимизации брака и повышения эффективности.

Введение

К железнодорожному машиностроению как стратегически важному направлению промышленности всегда предъявляются высокие требования к надежности и качеству продукции. Интеграция концепций Индустрии 4.0 в этот сектор позволяет повысить стандарты качества, увеличить темпы и объемы выпуска продукции, при этом снизить издержки. Четвертая промышленная революция, известная как Индустрия 4.0, основывается на цифровизации, использовании киберфизических систем и Интернета вещей.

Она предполагает создание «умных» предприятий, где оборудование и продукты могут автономно обмениваться данными, координировать действия и адаптироваться к изменениям условий в режиме реального времени [1; 3].

Методы улучшения качества производства при переходе к Индустрии 4.0

Индустрия 4.0 строится на ряде ключевых принципов, которые формируют основу для цифровой трансформации [2–4]. Применение принципов Индустрии 4.0 при проектировании производства позволит перейти на новый уровень качества и эффективности. Благодаря интероперабельности и интеграции цифровых технологий происходит синхронизация всех звеньев производственного процесса, что позволяет минимизировать издержки и увеличить производительность. Виртуализация и симуляция способствуют сокращению времени на разработку и тестирование продукции, что снижает риски и повышает точность производства. Автоматизация и внедрение интеллектуальных решений, таких как искусственный интеллект и предиктивное обслуживание, обеспечивают бесперебойную работу оборудования и сокращают количество брака. Из рассмотренных принципов следуют основные направления развития технологий новой индустрии, которые представлены на рис. 1.

В результате применения этих технологий предприятия получают не только конкурентные преимущества, но и устойчивость на глобальном рынке, что особенно актуально в условиях динамично меняющихся технологических и экономических реалий. Таким образом, на базе представленных принципов можно сформулировать следующие методы улучшения качества производства: автоматизация процессов, интеллектуальная диагностика и предиктивное обслуживание.



Рис. 1. Технологии и тренды, которые возникают и развиваются в мире в связи с четвертой промышленной революцией [5]

Технологии Индустрии 4.0

Реализация разрабатываемых методов потребует использования технологий Индустрии 4.0, которые представлены в табл. 1.

Для автоматизации производства активно используются киберфизические системы и Интернет вещей. Киберфизические системы объединяют физические и цифровые компоненты, что позволяет осуществлять автоматическое управление процессами и их мониторинг. Организация взаимодействия между различными устройствами реализуется посредством Интернета вещей, который обеспечивает высокую степень синхронизации и адаптации систем к меняющимся условиям. Обработка больших данных, получаемых от датчиков киберфизических систем, может быть оптимизирована применением искусственного интеллекта, предоставляющего возможности для прогнозирования, выявления скрытых закономерностей и принятия решений в реальном времени, что значительно повышает эффективность производственных процессов. Например, внедрение искусственного интеллекта в сеть, связывающую оборудования предприятия, позволит минимизировать время простоя оборудования за счет использования интеллектуальных систем диагностики и прогнозирования. Такие системы могут анализировать данные, поступающие с датчиков, и предсказывать вероятность воз-

никновения неисправностей. Это дает возможность планировать техническое обслуживание заранее, снижая риск внезапных поломок. Кроме того, алгоритмы искусственного интеллекта могут оптимизировать график использования оборудования, распределяя объем работы равномерно между оборудованием и исключая простои из-за неэффективного планирования. Благодаря этим подходам предприятия могут существенно повысить общую эффективность производственных процессов и сократить операционные затраты. Это способствует своевременному выявлению отклонений и минимизации брака [3].

Применение цифровых двойников способствует повышению качества производства. Виртуальные модели цифровых двойников позволяют моделировать и тестировать производственные процессы до их фактического выполнения, что минимизирует риски и затраты на доработки [2]. Кроме того, визуальные модели можно проанализировать методами компьютерного зрения, которые могут быть автоматическими, выявляя дефекты и отклонения в режиме реального времени. Благодаря этому подходу обеспечивается высокий уровень точности контроля качества, сокращается количество брака и оптимизируются производственные процессы.

В рамках железнодорожного машиностроения такой подход можно реализовать, взяв за

Таблица 1. Технологии Индустрии 4.0

Технология	Применение в машиностроении
Киберфизические системы (CPS)	Интеграция физических и цифровых компонентов для автоматизации и мониторинга процессов
Интернет вещей (IoT)	Связь между устройствами для синхронизации и адаптации систем
Большие данные (Big Data)	Анализ данных для оптимизации процессов и прогнозирования отказов
Искусственный интеллект (AI)	Прогнозирование, выявление закономерностей и принятие решений в реальном времени

основу систему бесконтактного определения размеров колесных пар локомотивов [6], для которой потребуется написать программное обеспечение для построения пространственной модели детали, которую затем можно будет проанализировать методами компьютерного зрения.

Интеграция вышеуказанных методов улучшения качества позволяет повысить эффективность производства, уменьшить операционные издержки и повысить качество производимой продукции. Однако внедрение таких технологий сталкивается с рядом трудностей, таких как высокая сложность бизнес-процессов, необходимость стандартизации и обеспечение интероперабельности между различными системами, необходимость значительных инвестиций в инфраструктуру, обновление оборудования,

нехватка квалифицированных кадров, способных работать с новыми технологиями. Эти факторы делают интеграцию Индустрии 4.0 сложным, но необходимым шагом для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий железнодорожного машиностроения [2].

Заключение

Интеграция концепции Индустрии 4.0 в железнодорожное машиностроение позволяет значительно увеличить эффективность производства и повысить качество выпускаемой продукции за счет увеличения темпов и объемов производства при снижении процента брака, а также более эффективного использования мощностей предприятия.

Список литературы

1. Lasi, H. Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettke, H.-G. Kemper, T. Feld, M. Hoffmann // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6. – P. 239–242.
2. Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review, 2015 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review/citation/download.
3. Lu, Y. Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues / Y. Lu // Journal of Industrial Information Integration. – 2017. – Vol. 6. – P. 1–10.
4. Schmidt, R. Industry 4.0 – Potentials for Creating Smart Products / R. Schmidt, M. Möhring, R.-C. Härting, C. Reichstein, P. Neumaier, P. Jozinović // Lecture Notes in Business Information Processing. – 2015. – Vol. 208 – P. 16–27.
5. Мезина, Т.В. Предпосылки внедрения концепции «Индустрия 4.0» / Т.В. Мезина // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2019. – № 6. – С. 44–51.
6. Система бесконтактного определения размеров колесных пар локомотивов: пат. на полезную модель RU 84537 U1 Российская Федерация: заявл. 13.02.2009; опубл. 10.07.2009,

Бюл. № 19.

References

5. Mezina, T.V. Predposylki vnedreniya kontseptsii «Industriya 4.0» / T.V. Mezina // Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo. – 2019. – № 6. – S. 44–51.

6. Sistema beskontaktnogo opredeleniya razmerov kolesnykh par lokomotivov: pat. na poleznuyu model' RU 84537 U1 Rossiyskaya Federatsiya: zayavl. 13.02.2009; opubl. 10.07.2009, Byul. № 19.

© Е.В. Иванов, А.Ю. Туманов, 2024

УДК 658.5

*Р.Р. КОПЕЙКИН^{1, 4}, Д.К. ДМИТРАЧКОВ², А.Н. БАЙКИН^{2, 3}, М.М. ХАСАНОВ⁴*¹*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого», г. Санкт-Петербург;*²*ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»;*³*ФГБ УН «Институт гидродинамики имени М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск;**ПАО «Газпромнефть», г. Санкт-Петербург*

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С УЧЕТОМ ТРЕЩИН АВТОМАТИЧЕСКОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Ключевые слова: гидродинамическое исследование; давление разрыва породы; моделирование; нагнетательная скважина; поддержание пластового давления; проектирование; промышленно-геофизическое исследование; система разработки месторождения; трещина АГРП; управление системой разработки.

Аннотация. Одной из основных проблем эксплуатации нефтегазовых месторождений является образование трещин автоматического гидравлического разрыва пласта (АГРП), возникающих при заводнении пластов. Для снижения негативных последствий необходимо учитывать данное явление еще на этапе проектирования системы разработки. Цель работы – совершенствование процесса проектирования системы разработки нефтяных месторождений. Задачи: обобщение процесса разработки месторождения углеводородов на всех стадиях его жизненного цикла; создание интегрированной модели, учитывающей явление самопроизвольно развивающихся трещин гидроразрыва пласта; разработка специальной программы исследований, направленной на получение параметров инициации и динамики роста трещин АГРП; создание методики проектирования системы разработки на основе результатов решения предыдущих задач. При написании статьи использовались методы физико-математического моделирования и логические методы. Результатом работы является создание методики проектирования системы разработки нефтяного месторождения с учетом АГРП. Описанный

алгоритм может быть применен для добычи запасов, которые содержатся в низкопроницаемых коллекторах (где наиболее широко встречается явление АГРП), поскольку позволяет учитывать развитие трещин АГРП и, соответственно, обеспечить проектирование оптимального варианта разработки месторождения и его адаптацию на всех стадиях жизненного цикла рассматриваемого объекта.

Введение

До сих пор самым распространенным методом увеличения нефтеотдачи (МУН) в нефтегазовой отрасли является заводнение (вторичный МУН) из-за его сравнительно недорогой реализации и наличия агента вытеснения (подтоварной или пресной воды) практически на каждом промысле. Это процесс закачки воды в пласт с помощью нагнетательных скважин с целью поддержания пластового давления (ППД), отвечающего за энергетику пласта, а также вытеснения нефти к добывающим скважинам [1]. Данный метод используется также при добыче трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) из низкопроницаемых коллекторов.

Основными проблемами, возникающими в процессе заводнения, являются:

– отсутствие/слабая/сильная интерференция между нагнетательными и добывающими скважинами вследствие геологической неоднородности в вертикальном и горизонтальном

направлении;

- заколонная циркуляция по цементному кольцу, приводящая к увеличению нецелевой закачки агента вытеснения в пласты, находящиеся выше или ниже разрабатываемого (целевого);

- кольматация призабойной зоны нагнетательной скважины вследствие закачки плохо подготовленной воды;

- образование самопроизвольных гидравлических трещин, незакрепленных пропантом из-за превышения давления закачки воды над давлением разрыва породы, так называемых трещин автоматического гидравлического разрыва пласта (АГРП).

Трещины АГРП могут расти как в вертикальном, так и горизонтальном направлении. Все зависит от напряженно-деформированного состояния породы в текущий момент времени.

Явление АГРП может приводить к таким проблемам, как:

- преждевременный рост обводненности соседних добывающих скважин, расположенных рядом с нагнетательной скважиной;

- нецелевая закачка в выше- и/или нижележащие пласты;

- аномально высокое пластовое давление в зонах и пластах, которым это несвойственно, вследствие закачки воды в них по трещинам АГРП;

- некорректная оценка остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ) с помощью гидродинамического моделирования без учета трещин АГРП, которая приводит к бурению в обводненные зоны объекта;

- остановка соседних скважин в ряду ППД при ремонтах и исследованиях из-за наличия магистральной трещины АГРП [2], объединяющей нагнетательные скважины на уровне пласта;

- снижение приемистости скважин ППД из-за закрытия трещин АГРП.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что игнорирование явления АГРП может привести к негативным последствиям в процессе эксплуатации месторождения, но на самом деле данное явление можно использовать и для достижения положительного эффекта в процессе ППД. Например, в продольной системе разработки, когда ряд нагнетательных скважин разбурен вдоль максимального регионального стресса, образование магистральной трещины позволяет увеличить охват вытесне-

ния нефти водой, что положительно скажется на коэффициенте извлечения нефти. В поперечной системе разработки, когда скважины пробурены поперек максимального регионального стресса, т.е. растущие трещины АГРП могут обводнять добывающие скважины, находящиеся на пути их развития, можно контролировать трещины АГРП, не позволяя им вырасти до момента, когда они начнут приводить к преждевременному росту обводненности соседних скважин.

Таким образом, важной задачей при проектировании системы разработки месторождения является учет эффекта АГРП с целью минимизации рисков и извлечения выгоды в процессе эксплуатации залежей углеводородов.

Интегрированная модель

Из-за ограниченного доступа человека в скважину регулирование и контроль разработки месторождения в основном осуществляются с поверхности. Поэтому, помимо гидрогеомеханической модели пласта [3; 4], которая будет отвечать на вопрос динамики роста трещины АГРП и материального баланса объекта разработки, необходимо иметь модель поверхностной сети, описывающей систему сбора и транспорта (ССиТ), систему ППД и скважину. Соответственно, для создания методики проектирования системы разработки с учетом АГРП важно рассматривать всю систему в целом.

Интегрированная модель (ИМ) представляет из себя модель, состоящую из связанных между собой моделей-компонентов с едиными начальными и граничными условиями, описывающих поведение конкретных производственных объектов месторождения. ИМ позволяет наиболее полно описывать технологические процессы и методы разработки месторождения на всех стадиях его жизненного цикла и состоит из модели пласта и модели поверхностной сети, включающей в себя также модель скважины.

Модель пласта представляет собой двухфазную (нефть и вода) гидрогеомеханическую двумерную модель, позволяющую моделировать динамику развития трещин АГРП (рост, смыкание). Отличительной особенностью данной модели от обычной гидродинамической модели является учет зависимости деформации породы пласта от давления и потока флюидов в паровом пространстве коллектора и наоборот.

Модель поверхностной сети представляет

собой физико-математическую модель, позволяющую описывать параметры течения многофазного потока смеси в системе наземных сооружений актива (ССиТ и система ППД) и скважинах на основании параметров, характеризующих состояние указанной системы и скважин. Скважина рассматривается как продолжение поверхностной сети, так как уравнения, используемые в ИМ и описывающие течение многофазного потока для трубопроводов и скважины, идентичны. Система сбора и транспорта начинается с отверстий перфорации или порта ГРП скважины, она может состоять из самой добывающей скважины, имеющей погружное оборудование, например, электроцентробежный насос, штуцеров, автоматизированной групповой замерной установки (АГЗУ), сепараторов, дожимной насосной станции (ДНС), установки подготовки нефти (УПН), трубопроводов, связывающих перечисленные объекты сети, и т.д. Система ППД может состоять из по меньшей мере одной водозаборной скважины с электроцентробежным насосом (ЭЦН), кустовой насосной станции (КНС), блога гребенок (БГ), штуцера, нагнетательной скважины с перфорациями или портами ГРП, трубопроводов, связывающих перечисленные объекты, и т.д.

Единая система уравнений для интегрированной модели «пласт – поверхностная сеть» имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot (\lambda \text{tr}(\nabla \mathbf{u}) \mathbf{I} + G(\nabla \mathbf{u} + \nabla \mathbf{u}^T) - \alpha p \mathbf{I}) + \mathbf{f} = 0; \\ \phi_0 c_t \frac{\partial p}{\partial t} = \text{div} \left(\left(\frac{k k_{rw}}{\mu_w} + \frac{k k_{ro}}{\mu_o} \right) \nabla p - \frac{\alpha \partial \mathbf{u}}{\partial t} \right); \\ \frac{\phi \partial S_i}{\partial t} + S_i \left(\frac{K}{(1-\alpha)(\alpha-\phi_0)} + c_i \phi_0 \right) \frac{\partial p}{\partial t} = \\ \text{div} \left(\frac{k k_{ri}}{\mu_i} \nabla p \right) - S_i \text{div} \left(\alpha \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} \right); \\ S_w + S_o = 1; \\ p_j^{in}(l) = p_j^{out}(l) + \\ F \left(p_j^{out}(l), q_j^{in}(l), \text{params}(l) \right); \\ \sum_{j \in \text{Links}(l)} q_{i,j}(l) = 0, \end{array} \right. \quad (1)$$

где λ , G – параметры Ламе; α – коэффициент Био; $\mathbf{f} = [(1-\phi)p_s + \phi p_f] \mathbf{g}$, p_f – плотность жидкости в порах коллектора; p_s – плотность скелета породы; \mathbf{g} – плотность силы тяжести; ϕ – пористость породы; $\mathbf{g} = (0, 0, -g)T$ – гравитационное ускорение; ϕ_0 – начальная пористость; c_t – полная сжимаемость; k – абсолютная проницае-

мость породы; k_{rw} и k_{ro} – относительная фазовая проницаемость воды и нефти соответственно; μ_w и μ_o – вязкость воды и нефти соответственно; S_i – насыщенность i -й фазы; c_i – сжимаемость i -й фазы; $K = E/(3(1-2\nu))$ – объемный модуль упругости скелета; $p_j^{in}(l)$, $p_j^{out}(l)$ – давления на входном и выходном соединениях с индексами j объекта l ; $q_{i,j}(l)$ – дебит фазы i на соединениях с индексами j объекта l ; F – функция, определяющая поведение объекта l ; $\text{params}(l)$ – набор параметров, описывающих объект l (например, диаметр, длина и т.д.); $\text{Links}(l)$ – набор связей объекта l .

Первые два уравнения системы представляют собой уравнения пороупругости Био: уравнение равновесия и уравнение фильтрации в горной породе. Следующие уравнения представляют собой уравнения переноса для каждой фазы, а также условие, что сумма насыщенностей равняется единице. Остальные уравнения описывают течение жидкости по поверхностной сети и скважине, а их конкретный вид зависит от объектов инфраструктуры (штуцер, ЭЦН, КНС, ДНС и т.д.) [5].

Таким образом, отличительной особенностью данной интегрированной модели от других реализаций является учет явления АГРП. Именно интегрированная модель позволяет наиболее точно прогнозировать развитие трещин АГРП, которые существенно влияют как на систему сбора и транспорта продукции, так и на систему ППД. Например, при проектировании системы ППД часто не учитывается явление АГРП, что приводит к заниженной оценке необходимых мощностей на кустовой насосной станции. Другим примером может служить месторождение на ранней стадии разработки, на котором только начинает формироваться система ППД. Две скважины подключены к одной водозаборной скважине, на одной из этих скважин возникает АГРП, и большая часть закачки воды может уходить в эту скважину, что создаст значительное различие в компенсации двух участков, на которые работают скважины.

Описание методики

В ходе разработки нефтяных месторождений по мере детализации геологического строения и объема подвижных запасов эксплуатационного объекта в проектный вариант системы разработки постоянно вносятся изменения, обусловленные получением дополнитель-

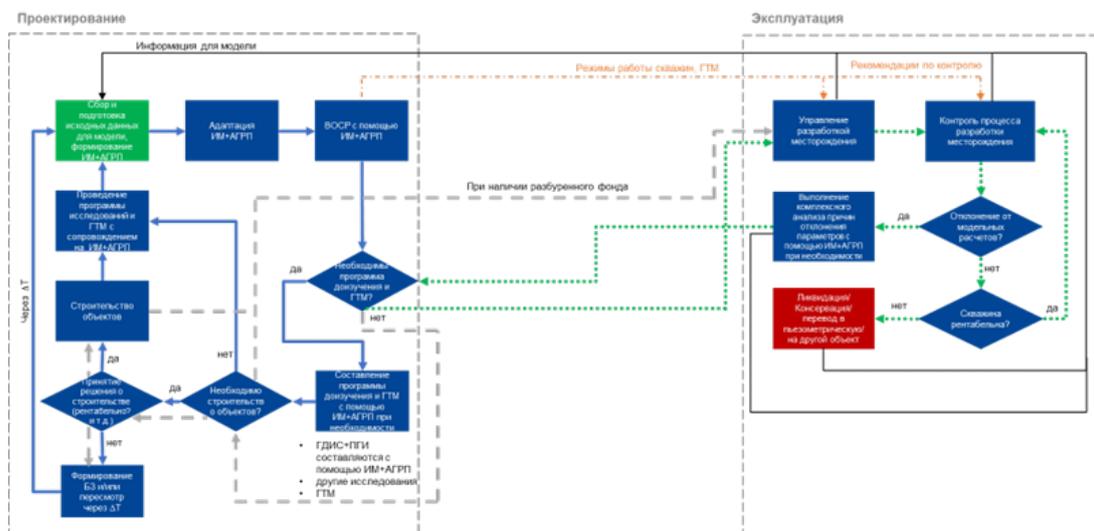


Рис. 1. Схема методики проектирования системы разработки нефтяного месторождения

ной промышленной информации, что позволяет уточнить значения основных показателей разработки, оптимальное распределение капитальных вложений, последовательность ввода производственных мощностей и т.д. При выборе оптимального варианта системы разработки обосновываются вид воздействия на пласт, эффективность системы ППД, схема размещения и плотность сетки скважин, оцениваются потенциалы добычи углеводородов с целевых пластов, решаются задачи, связанные с проектированием обустройства промыслов (мощности первичной обработки нефти, КНС, ДНС и т.д.), прорабатываются способы эксплуатации скважин, сбора, подготовки и транспорта нефти и газа, мероприятия по охране недр и окружающей среды. В связи с вышеперечисленным создаваемый алгоритм проектирования системы разработки должен обеспечивать итеративное обновление ИМ на основе постоянно поступающей информации и гибкость в принятии решений. Этого можно добиться с помощью выстраивания логичных последовательных и параллельных связей между различными шагами, производимыми в процессе проектирования и управления разработкой месторождения.

На основании описания основных этапов разработки нефтяного месторождения [6], ранее опробованной программы исследований для изучения явления АГРП [7] и использования ее результатов для адаптации гидродинамической модели [7; 8], а также вышеописанной интегрированной модели, учитывающей рост

трещин АГРП, была создана методика проектирования системы разработки нефтяного месторождения с учетом АГРП. Кроме возможности моделирования геометрии техногенных трещин ГРП при комплексном рассмотрении всех влияющих факторов системы разработки (пласт и инфраструктура), созданный алгоритм отличается тем, что эффект АГРП учитывается еще на этапе проектирования системы разработки, для чего проводится изучение параметров инициации и распространения трещин на самых ранних стадиях разработки месторождения в ходе исследований и опытно-промышленных испытаний [9–11].

На рис. 1 представлена схема методики проектирования системы разработки.

Далее приведем более подробное описание основных шагов алгоритма, поясняя их примерами.

Для формирования ИМ месторождения в качестве входных данных используется набор параметров различного характера. К этим данным относятся исторические данные по давлению и расходам флюидов на добывающих скважинах, скважинах ППД и объектах поверхностной сети, геологические, гидродинамические, геомеханические параметры пласта, свойства флюидов, результаты ранее проведенных исследований, текущие и планируемые параметры конструкций на месторождении.

Необходимо отметить, что на разных этапах жизненного цикла месторождения имеется разное количество исходных данных, поэтому

в случае отсутствия некоторых из них берутся значения с месторождений-аналогов (например, пористость, проницаемость, свойства флюидов и т.д.) [12] или используются значения, полученные с помощью физических зависимостей (формула Итона для определения минимальных сжимающих напряжений в пласте [13], номограмма М. Стендинга для определения давления насыщения нефти и др.), ненастроенных на фактические данные ввиду их отсутствия.

Далее следует настройка ИМ. Процесс адаптации ИМ на данные результатов пластоиспытаний, исследований, замерных устройств (датчиков давлений и расходов, расположенных на узлах учета поверхностной сети: устье скважины, блок гребенок, автоматизированная групповая замерная установка и т.д.) при наличии вышеперечисленных осуществляется так, чтобы получаемые в ИМ расчетные значения параметров (такие как давления, расходы по фазам и т.д.) сходились в пределах допустимой погрешности с их историческими значениями. На стадии геологоразведочных работ может и не потребоваться адаптация модели, так как не будет исторических данных, на которые необходимо настраивать ИМ.

В результате адаптации получают набор данных о месторождении, которые позволяют сформировать комплексную картину о том или ином участке месторождения с учетом выделения ключевых неопределенностей (т.е. данных, которые отсутствуют или не являются достаточно достоверными). На всех стадиях разработки месторождения особое внимание уделяется скважинам, на которых диагностировалось образование трещин АГРП с помощью гидродинамических (индикаторной кривой (ИК), кривой падения давления (КПД) и промыслово-геофизических исследований) или косвенных признаков наличия АГРП (опережающее обводнение добывающих скважин, высокое забойное давление в остановленной скважине, расположенной по вероятному направлению роста трещины АГРП, и т.д.). Так как в дальнейшем геомеханические параметры (модуль Юнга, Пуассона, коэффициент Био, минимальное горизонтальное напряжение, направление регионального стресса = преимущественное направление распространения трещин), с помощью которых удалось добиться наилучшей сходимости кривых давлений и расходов флюидов, будут использованы в прогнозных расчетах выбора оптимальной системы раз-

работки и для составления программы исследований.

Необходимо отметить, что оценка минимальных горизонтальных напряжений производится как в целевом, так и выше-, нижележащих пластах для ограничения работы скважины ППД в будущем с целью недопущения прорыва подошвы и/или крышки коллектора.

После адаптации ИМ происходит выбор оптимальной системы разработки (ВОСР), включающей в себя не только расположение скважин будущего фонда на участках, охваченных и неохваченных бурением, но и режимы работы текущего и планируемого (нового) фонда скважин. Выбор оптимальной системы разработки выполняется с помощью проведения многовариантных прогнозных расчетов. Варианты могут отличаться поверхностным оборудованием, которое необходимо для реализации конкретной системы разработки. Критерием оптимальности может быть чистый дисконтированный доход (ЧДД) [14], но не ограничиваясь последним. На этом шаге также оцениваются затраты на проведение возможных и необходимых исследований с целью снятия ключевых неопределенностей текущего этапа разработки. Например, стоимости бурения оценочных, поисковых, разведочных и других скважин с целью определения насыщенности, фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллектора, свойств пластовых флюидов и других параметров интересующих участков месторождения. Также оцениваются стоимости проведения гидродинамических (ГДИС), промыслово-геофизических (ПГИ), геофизических (ГИС) исследований, отбора керн, *PVT* проб флюидов в пробуренных и планируемых к бурению скважинах. В результате проделанной работы на этом шаге должен быть выбран оптимальный вариант разработки (опционально, не один), а также определен список исследований, необходимых для снятия ключевых неопределенностей изучаемого объекта (например, эффективность системы ППД, нефтегазонасыщенность, ФЕС неразбуренных участков и т.д.).

При выборе оптимальных режимов работы планируемых и пробуренных скважин, входящих в рассматриваемый участок (нагнетательных и добывающих), при условии максимизации критерия оптимальности получают временной ряд технологических параметров, описывающих оптимальный режим работы объектов поверхностной сети (частоты насо-

сов на добывающих, водозаборных скважинах, диаметры штуцеров для нагнетательных и добывающих скважин, КНС, ДНС и т.д.). В частности, при оптимальном режиме работы скважины ППД расчетное забойное давление может превышать давление разрыва целевого пласта, но не должно превышать фактического давления разрыва глин в покрышке и/или подошве целевого пласта, т.е. не должно быть выше давления, при котором слой глины рвется под давлением и начинает пропускать воду в нецелевые интервалы. Этот случай чаще всего применим для продольной системы разработки (горизонтальные скважины пробурены вдоль максимального горизонтального стресса), тогда трещины АГРП, образованные в нагнетательных скважинах ряда ППД, сростаются в магистральные и образуют более протяженный фронт вытеснения нефти [7]. Но он может быть реализуем и в поперечной системе, в случае если трещина АГРП вырастает до определенной длины и останавливается в своем развитии из-за попадания в равновесное состояние в результате сложившихся сил, действующих на трещину АГРП, что не приводит к преждевременному обводнению добывающих скважин, расположенных по направлению роста трещины АГРП, а наоборот, увеличивает дебиты нефти на соседних добывающих скважинах за счет повышения охвата заводнением [11]. В других случаях, когда любой рост трещины АГРП может приводить к негативным последствиям, оптимальный режим работы должен создавать забойное давление в скважине ППД, не превышающее давление разрыва породы [9]. Можно выделить несколько ключевых параметров, оказывающих существенное влияние на начало инициации и динамику роста трещины АГРП, а соответственно, и выбор оптимального режима работы скважин: пластовое давление, проницаемость, коэффициент Био, минимальные горизонтальные напряжения, задаваемые в качестве начальных условий на границе моделируемого участка, проводимость и длина трещины ГРП, расположение и режимы работы скважин окружения.

В момент выбора оптимального режима варьируются не только технологические параметры оборудования скважины и поверхностной сети, но и параметры, на которые может повлиять инженер-нефтяник (скин-фактор, объем заколонной циркуляции, забойное давление и т.д.). В результате может оказаться, что оп-

тимальный режим работы какой-либо скважины находится вне возможности используемого оборудования поверхностной сети (например, требуется установить более или менее мощный насос) или текущей продуктивности скважины (завышен скин-фактор, требуется провести соляно-кислотную обработку (СКО)), поэтому в таких случаях планируется проведение геолого-технического мероприятия (ГТМ) (происходит включение в программу исследований).

При выборе оптимальной сетки расположения скважин в пласте необходимо учитывать направление распространения трещин АГРП, разницу между давлением разрыва выше- и нижележащих слоев глин (покрышка и подошва целевого пласта соответственно) и минимальным горизонтальным напряжением в целевом пласте, расположение скважин в выше- и/или нижележащем объекте разработки. Например, в продольной системе разработки, когда ряды скважин ППД расположены вдоль максимального регионального стресса, необходимо брать во внимание, что забойное давление на скважинах ППД не должно превышать давления разрыва глин, дабы это не привело к увеличению нецелевой закачки, обводнению скважин соседнего объекта, формированию зон АВПД, осложняющих бурение новых скважин. Также в такой системе разработки при выборе режимов работы скважин ППД выше давления разрыва породы целевого пласта необходимо варьировать количество скважин в ряду ППД, так как из-за образования магистральных трещин можно сократить их количество [7]. Но важно понимать, что необходимо контролировать магистральную трещину АГРП (ограничивать ее рост), так как она может увеличивать объем неэффективной закачки за счет роста трещины АГРП в зоны (за пределы текущей системы разработки), в которых нет необходимости вытеснять нефть. В дальнейшем это может привести к высокой стартовой обводненности пробуренных скважин на этих участках. В другом случае, когда система разработки предполагает поперечное и/или смешанное расположение скважин, из-за риска «кинжального» обводнения скважин (резкий рост доли воды), расположенных по направлению развития трещин АГРП, при бурении горизонтальных скважин с многостадийными трещинами ГРП необходимо порты ГРП располагать в шахматном порядке по отношению к соседним скважинам.

На оптимальное расстояние между сква-

Таблица 1. Специальная программа изучения явления АГРП

Время, сутки	Программа	Комментарий
30	Работа на стабильном режиме	Обычно используется для недавно переведенных в ППД скважин, для формирования устойчивой воронки репрессии, необходимой для получения информативных результатов последующих исследований
7	Исследование методом кривой падения давления (КПД) – скважина ППД остановлена, идет восстановление забойного давления до пластового давления	Получение полудлины трещины АГРП/ГРП на предшествующем режиме, а также значения пластового давления, скин-фактора, гидропроводности и информации об интерференции соседних скважин
3	ПГИ на режиме до КПД (комплекс геофизических исследований, проводимых в добывающих и нагнетательных скважинах для изучения пород и получения информации о состоянии скважины (гамма-каротаж, дефектоскопия, резистивиметрия, барометрия, термометрия, влагометрия, индикаторы притока, шумометрия и др.))	Проводится после КПД, так как важен фоновый замер для определения скорости релаксации температурного поля после кратковременного включения скважины. Проводится для определения работающих интервалов, вскрытых скважиной, соотношения их работы, наличия заколонной циркуляции, АГРП
7	Излив – это по существу открытие скважины ППД на разрядку с целью сброса избыточного давления	Выполняется в скважинах, у которых высокое пластовое давление из-за длительной закачки агента вытеснения, служит дополнительной точкой на ИК
7	Исследование методом кривой восстановления давления (КВД) проводится после излива, идет восстановление забойного давления до пластового давления	Определяется полудлина закрепленной трещины ГРП, гидропроводность в условиях закрытой трещины АГРП, скин-фактор (возможно снижение после излива из-за очищения ствола скважины). Дополнительно: пластовое давление
9	Исследование методом индикаторной кривой (Обратный ход), ступенчатое изменение работы скважины ППД с режима работы до старта исследований до минимального режима работы	Необходимо для получения дополнительных точек на ИК и записи КВД после минимального режима работы скважины
7	Исследование методом кривой падения давления (КПД): скважина ППД остановлена, идет восстановление забойного давления до пластового давления	Определение полудлины трещины ГРП/АГРП и гидропроводности на минимальном режиме работы скважины. Дополнительно: скин-фактор, пластовое давление
9	Исследование методом индикаторной кривой (Прямой ход) – ступенчатое изменение работы скважины ППД с минимального режима работы до режима работы, предусмотренного программой исследований	Получение точек на ИК до давления разрыва породы (минимум 3 шт.), создание давления выше давления разрыва породы
6	Исследование методом КПД в середине прямого хода	Определение полудлины трещины АГРП (промежуточная полудлина для регистрации динамики роста, необходимого для настройки модели), гидропроводности (увеличивается в случае приобщения нецелевых пластов) и/или интервалов, не вскрытых трещиной ГРП

6	Прямой ход. Продолжение	Наращивание трещины АГРП, получение минимум трех точек после давления разрыва
6	Исследование методом КПД	Определение полудлины трещины АГРП (промежуточная полудлина для регистрации динамики роста, необходимого для настройки модели), гидропроводности (увеличивается в случае приобщения нецелевых пластов) и/или интервалов, не вскрытых трещиной ГРП
4	Максимальный режим работы скважины, в котором штыкер не применяется в принципе (или же максимальный режим согласно программе исследований)	Создание максимально возможного режима закачки агента вытеснения с целью наращивания трещины АГРП
7	Исследование методом КПД	Определение геометрии трещины АГРП (полудлины трещины), гидропроводности на максимально возможном режиме работы скважины для оценки направления роста трещины (вертикальное и/или горизонтальное направление)
3	ПГИ на минимальном и максимальном режимах работы скважины	Для оценки геометрии трещины АГРП (высота)

жинами влияют тип скважины (например, наклонная или горизонтальная скважина), тип заканчивания (например, с ГРП или без), геометрия проводки скважин (длина горизонтального участка), режимы работы скважин, возможность создания трещин АГРП и динамика их развития в зависимости от выставленных прогнозных режимов скважины и т.д.

После ВОСР рекомендации по режимам работы скважин и контролю параметров разработки передаются в блок эксплуатации месторождения для работы с текущим фондом пробуренных скважин, параллельно с этим в блоке проектирования ставится вопрос о необходимости проведения исследований и ГТМ (рис. 1). Если нет необходимости проводить исследования и ГТМ, то производится управление разработкой месторождения по полученным режимам работы действующих скважин, параллельно может потребоваться строительство объектов на месторождении (объектов поверхностной сети: кустовой насосной станции, дожимной насосной станции и т.д.) для реализации выбранного варианта системы разработки. В случае необходимости проведения доизучения и ГТМ составляется программа исследований с помощью адаптированной ИМ (и не только), которая может включать сейсморазведочные работы, бурение и исследование скважин нового фонда (ГДИС, ГИС, отбор проб флюида, керн, пластоиспытание и т.д.), исследования на скважинах текущего фонда (ПГИ,

ГДИС и т.д.).

Исследования направлены на уточнение параметров, позволяющих снять неопределенности параметров пласта и скважины (например, проницаемость, толщина пласта, значение нефтенасыщенности, пластовое давление, свойства флюидов, неоднородность свойств пласта в вертикальном и горизонтальном направлении, глубины залегания пластов, скин-фактор, геометрия созданной трещины ГРП/АГРП и т.д.). После проведения программы исследований и геолого-технических мероприятий необходимо будет доадаптировать ИМ для выбора оптимальной системы разработки месторождения на следующем цикле проектирования.

Особое внимание уделяется исследованиям, направленным на изучение явления АГРП, для этого составляется специальная программа. Специальная программа представляет собой последовательность гидродинамических и промыслово-геофизических исследований, но не ограничиваясь перечисленными. Обычно она состоит из последовательно сменяемых режимов работы скважины при различных технологических условиях с регистрацией физических величин (давление, расход, температура и т.д.).

Пример предлагаемой последовательности исследований с комментариями к ним приведен в табл. 1.

Предложенная программа исследований может быть сокращена как в отношении ис-

пользуемых видов исследований, так и по времени их проведения. Апробация представлена в работе [7].

После составления программы исследований и ГТМ в случае необходимости строительства объектов принимается решение о строительстве скважин, объектов инфраструктуры и т.д. на основании возможностей и уточненных затрат, необходимых на проведение исследований. Когда строительство запланированных объектов на текущем этапе невозможно ввиду технологических ограничений или других факторов, то происходит формирование бизнес-заказа на обеспечение необходимыми технологиями и мощностями для реализации поставленных задач. Если строительство объектов экономически нецелесообразно в текущих условиях (дорогостоящие технологии, низкая цена на нефть и т.д.), то выполняется пересмотр проекта через определенный промежуток времени (например, один год).

После строительства объектов и проведения программы исследований и ГТМ проводятся сбор и подготовка данных для очередной адаптации ИМ, при этом данные поступают также из блока эксплуатации (замеры давлений, расходов на узлах поверхностной сети и т.д.).

Необходимо отметить, что строительство объектов, проведение программ исследований и ГТМ могут идти параллельно с целью непрерывности эксплуатации месторождения и обновления информации в ИМ для выбора оптимального сценария разработки месторождения.

На основании ВОСР выставляют режимы работы всех скважин (нагнетательных и добывающих), входящих в сектор моделирования. В частности, например, регулируют размер диаметра штуцера, частоту вращения ЭЦН, а также могут устанавливать штуцер, давление на входе кустовой насосной станции, дожимной насосной станции и т.д., не ограничиваясь приведенными технологическими параметрами объектов поверхностной сети. Также при выборе режимов могла быть подобрана очередность работы скважин, циклы их работы, отключение, перевод на другие объекты некоторых из них и т.д.

После выставления режимов работы осуществляют их мониторинг, т.е. сравнивают режимы, определенные в ИМ, с фактическими значениями (давление, расходы фаз), полученными на месторождении [15]. В случае превышения допустимой погрешности выполняется

комплексный анализ причин отклонения параметров. Если после комплексного анализа причины отклонения режимов работы скважин от определенных оптимальных режимов не выявлены, то формируется дополнительная программа исследований, которые снимут появившуюся неопределенность.

Комплексный анализ может выполняться не только с помощью ИМ с учетом АГРП, но и других методик, применяемых в нефтегазовой сфере (графики Холла, Чена, Спирмена и т.д.) [16], которые помогут диагностировать причины отклонения фактических замеров от расчетных параметров.

Также на каждой итерации цикла блока эксплуатации выполняется проверка рентабельности дальнейшей работы скважин, в случае необходимости производится перевод скважины в пьезометрическую, на другой объект, в консервацию или даже ликвидацию, не ограничиваясь вышеизложенными мероприятиями. Но это только в случае, если данные мероприятия планировались при выборе оптимальной системы разработки, а скважина не имеет отклонений прогнозных параметров ее работы от фактически замеренных (рис. 1).

Заключение

Таким образом, благодаря заявленной методике можно не только определять оптимальное расположение скважин на месторождении с учетом явления АГРП, которое может приводить как к негативным, так и положительным последствиям, но и обеспечить контроль и управление подобранными с помощью ИМ режимами работы скважин. Кроме того, изучение месторождения производится на каждой стадии его жизненного цикла. Это позволяет принимать взвешенные и обоснованные решения по разработке, опираясь на различные методы анализа, результаты моделирования, исследований и т.д.

Необходимо отметить, что вышеописанный алгоритм проектирования системы разработки с учетом АГРП может использоваться на любой стадии жизненного цикла разработки месторождения. Особенностью данной методики является взаимосвязь двух циклов (режимов), отвечающих и за строительство, и за эксплуатацию месторождения. Между двумя циклами выстроены взаимосвязи через каналы информации и действия. Благодаря заявленному ал-

горитму можно еще на этапах проектирования учесть явление АГРП, тем самым использовать его положительные стороны в целях повышения коэффициента извлечения нефти и миними-

зировать негативные последствия данного явления, которое, по опыту нефтяных компаний, оказывает значительное влияние на процесс разработки месторождений.

Работа выполнена при поддержке группы компаний «Газпром нефть» и Научно-образовательного центра «Газпромнефть-НГУ». Вклад А.Н. Байкина также поддержан стипендией Президента РФ (грант № СП-1703.2022.1).

Список литературы

1. Справочник инженера-нефтяника. Том V(A). Инжиниринг резервуаров / Глав. ред. Ларри Лейк. Серия Нефтегазовый инжиниринг. (Оригинальное издание: Society of Petroleum Engineers, 2007. Под редакцией С.О. Бороздина.; пер. с англ.). М.- Ижевск: Издательство «ИКИ», 2017. – 1230 с.
2. Калинин, С.А. Анализ слияния трещин автоГРП в рядной системе разработки с помощью математического моделирования / С.А. Калинин, А.Н. Байкин, Р.Ф. Абдуллин, Б.Н. Старовойтова, И.Ш. Базыров, Р.Р. Копейкин, С.В. Головин, Е.Н. Кичигин // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 12. – С. 40–45.
3. Bhardwaj, Prateek & Hwang, Jongsoo & Manchanda, Ripudaman & Sharma, Mukul. (2016). Injection Induced Fracture Propagation and Stress Reorientation in Waterflooded Reservoirs. 10.2118/181883-MS.
4. Сибин, А.Н. Использование адаптивных сеток для моделирования распространения трещины авто-ГРП / А.Н. Сибин, А.Н. Байкин, Р.Ф. Абдуллин и др. // Сборник IX Всероссийской конференции «Теплофизика и физическая гидродинамика». – С. 61.
5. Modeling of Oil Product and Gas Pipeline Transportation / M.V. Lurie // WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008. – 214 p.
6. Satter, A. Integrated petroleum reservoir management: a team approach / A. Satter, G.C. Thakur, 1994. – 335 p.
7. Копейкин, Р.Р. Моделирование гидродинамических исследований скважин с учетом автоГРП в рядной системе разработки / Р.Р. Копейкин, Р.Ф. Абдуллин, С.А. Калинин, Б.Н. Старовойтова, А.Н. Байкин, С.В. Головин // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 12. – С. 30–35.
8. Кременецкий, М.И. Информационное обеспечение и технологии гидродинамического моделирования нефтяных и газовых залежей / М.И. Кременецкий, А.И. Ипатов, Д.Н. Гуляев. – Ижевск : Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. – 896 с.
9. Patent N US7248969B2 USA, Waterflood control system for maximizing total oil recovery: US 2006/0122777 A1: prior publication data Jun. 8, 2006: date of patent Jul. 24, 2007. – Tadeusz Wiktor Patzek, Oakland, CA (US). – 62 p.
10. Patent N CN109973068B China, Method and device for identifying oil reservoir water injection induced cracks: CN201910163640A: prior publication data Mar. 5, 2019: date of patent Oct. 9, 2020. – Zeng Lianbo, Dong Shaoqun, Zhao Xiangyuan, Lv Wenya. – 18 p.
11. Базыров, И.Ш. Контроль и регулирование роста техногенных трещин при вытеснении нефти из низкопроницаемых коллекторов: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17: защищена 22.06.2021 / И.Ш. Базыров. – Спб., 2021. – 112 с.
12. Патент № 2020134577 Российская Федерация, МПК E21B 49/00 (2006.01). Способ и система определения месторождений-аналогов для прогноза технологических показателей добычи : № 2020134577 : заявл. 21.10.2020 : опубл. 22.04.2022 / Сливкин С.С. и др.
13. Зобак, М.Д. Геомеханика нефтяных залежей. Серия Нефтегазовый инжиниринг (Оригинальное издание: Cambridge University Press, 2007, перевод с англ.) / М.Д. Зобак. – Ижевск : Издательство «ИКИ», 2018. – 480 с.
14. Патент № 2692369 Российская Федерация, МПК E21B 47/10 (2012.01), E21B 43/30 (2006.01), G06F 17/00 (2006.01). Способ выбора системы разработки месторождения : № 2018146592: заявл. 26.12.2018 : опубл. 24.06.2019 / Рошкетаяв А.П. и др. – 39 с.

15. Кременецкий, М.И. Применение промыслово-геофизического контроля для оптимизации разработки месторождений нефти и газа. Т. 2. Роль гидродинамико-геофизического мониторинга в управлении разработкой. – Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2020. – 756 с.

16. Dalimunthe, Y. Application hall plot method for surveillance waterflood in oil reservoir / Y. Dalimunthe, A. Hanifah, R. Setiati // Journal of Physics: Conference Series. – P. 1402.

References

1. Spravochnik inzhenera-neftyanika. Tom V(A). Inzhiniring rezervuarov / Glav. red. Larri Leyk. Seriya Neftegazovyy inzhiniring. (Original'noye izdaniye: Society of Petroleum Engineers, 2007. Pod redaktsiyey S.O. Borozdina.; per. s angl.). M.- Izhevsk: Izdatel'stvo «IKI», 2017. – 1230 s.

2. Kalinin, S.A. Analiz sliyaniya treshchin avtoGRP v ryadnoy sisteme razrabotki s pomoshch'yu matematicheskogo modelirovaniya / S.A. Kalinin, A.N. Baykin, R.F. Abdullin, B.N. Starovoytova, I.SH. Bazyrov, R.R. Kopeykin, S.V. Golovin, Ye.N. Kichigin // Neftyanoye khozyaystvo. – 2022. – № 12. – S. 40–45.

4. Sibir, A.N. Ispol'zovaniye adaptivnykh setok dlya modelirovaniya rasprostraneniya treshchiny avto-GRP / A.N. Sibir, A.N. Baykin, R.F. Abdullin i dr. // Sbornik IX Vserossiyskoy konferentsii «Термофизика i fizicheskaya gidrodinamika». – S. 61.

7. Kopeykin, R.R. Modelirovaniye gidrodinamicheskikh issledovaniy skvazhin s uchedom avtoGRP v ryadnoy sisteme razrabotki / R.R. Kopeykin, R.F. Abdullin, S.A. Kalinin, B.N. Starovoytova, A.N. Baykin, S.V. Golovin // Neftyanoye khozyaystvo. – 2023. – № 12. – S. 30–35.

8. Kremenetskiy, M.I. Informatsionnoye obespecheniye i tekhnologii gidrodinamicheskogo modelirovaniya neftnyanykh i gazovykh zalezhey / M.I. Kremenetskiy, A.I. Ipatov, D.N. Gulyayev. – Izhevsk : Izhevskiy institut komp'yuternykh issledovaniy, 2011. – 896 s.

11. Bazyrov, I.SH. Kontrol' i regulirovaniye rosta tekhnogennykh treshchin pri vytesnenii nefti iz nizkopronitsayemykh kollektorov: dis. ... kand. tekhn. nauk: 25.00.17: zashchishchena 22.06.2021 / I.SH. Bazyrov. – Spb., 2021. – 112 s.

12. Patent № 2020134577 Rossiyskaya Federatsiya, MPK E21B 49/00 (2006.01). Sposob i sistema opredeleniya mestorozhdeniy-analogov dlya prognoza tekhnologicheskikh pokazateley dobychi : № 2020134577 : zayavl. 21.10.2020 : opubl. 22.04.2022 / Slivkin S.S. i dr.

13. Zobak, M.D. Geomekhanika neftnyanykh zalezhey. Seriya Neftegazovyy inzhiniring (Original'noye izdaniye: Cambridge University Press, 2007, perevod s angl.) / M.D. Zobak. – Izhevsk : Izdatel'stvo «IKI», 2018. – 480 s.

14. Patent № 2692369 Rossiyskaya Federatsiya, MPK E21B 47/10 (2012.01), E21B 43/30 (2006.01), G06F 17/00 (2006.01). Sposob vybora sistemy razrabotki mestorozhdeniya : № 2018146592: zayavl. 26.12.2018 : opubl. 24.06.2019 / Roshchektayev A.P. i dr. – 39 s.

15. Kremenetskiy, M.I. Primeneniye promyslovo-geofizicheskogo kontrolya dlya optimizatsii razrabotki mestorozhdeniy nefti i gaza. Т. 2. Rol' gidrodinamiko-geofizicheskogo monitoringa v upravlenii razrabotkoy. – Izhevsk : Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2020. – 756 s.

УДК 658.51

Т.И. КОРОТЕЕВ, М.А. ЧАРУЙСКАЯ

ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЕЙ ГОТОВНОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Ключевые слова: готовность; модель; оценка; цифровые технологии.

Аннотация. Цель – рассмотреть особенности оценки влияния уровней готовности цифровых технологий на эффективность их внедрения промышленными предприятиями. Задачи: 1) обозначить сущность оценки уровня готовности цифровых технологий; 2) провести анализ используемых подходов и методов для проведения оценки; 3) выделить особенности оценивания и анализа готовности цифровых технологий на промышленном предприятии. Гипотеза: качественная и достоверная оценка уровня готовности цифровых технологий позволит снизить технологический риск, уменьшить непредвиденные убытки и повысить эффективность работы предприятия. Результаты: в статье представлены принципы проведения оценки, формализована диаграмма уровней готовности цифровых технологий и предложена модель оценки влияния готовности технологий на эффективность их внедрения. Выводы: оценка готовности цифровых технологий должна проводиться с применением адаптивной технологии и учитывать особенности промышленного производства.

Расширение и растущая значимость цифровых структур, технологий и прочих достижений четвертой промышленной революции на конкретном предприятии и в отраслевых комплексах в целом трансформирует то, что ожидается в плане их производительности и эффективности работы. На современных высококонкурентных глобальных рынках, где продукты определяются быстро развивающимися технологиями и постоянно растущими ожиданиями клиен-

тов, очень важны надежные методы выявления новых цифровых решений, а также инструменты оценки их пригодности и готовности в контексте процесса разработки продукта или услуги [1].

Так, например, ускоряющееся использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в промышленных системах, состоящих из программного и аппаратного обеспечения, данных и людей, создает уязвимости и риски из-за их динамичного и ненадежного поведения. По сути, системы МО учатся на основе данных, что порождает известные и неизвестные проблемы в том, как эти системы ведут себя и взаимодействуют с окружающей средой. В настоящее время подход к созданию технологий ИИ является изолированным: модели и алгоритмы разрабатываются в тестовых лабораториях, отделенных от реальной среды, и без контекста больших систем или более широких продуктов, в которые они будут интегрированы для развертывания. Помимо этого, сложность заключается в том, что модели обычно обучаются и тестируются только на нескольких курируемых наборах данных, без мер и гарантий на случай будущих сценариев, а также без учета последующих задач и требований пользователей [2].

В данном контексте очевидным является тот факт, что неспособность эффективно контролировать и измерять готовность технологий может привести к значительному повышению бизнес-рисков, увеличению сроков создания нового промышленного образца, появлению некачественного товара – с точки зрения его функциональности, пригодности и производительности – и, в крайнем случае, к провалу программ разработки и потенциально серьезным коммерческим последствиям.

Учитывая эти условия, важно оценить потенциал и готовность цифровых технологий быть использованными на промышленных предприятиях, убедившись, что они актуальны и способны принести ожидаемый эффект.

Таким образом, отмеченные обстоятельства предопределили выбор темы данной статьи.

Особенности проведения технологической разведки на промышленных предприятиях рассматривают в своих трудах Ю.Н. Кафиятуллина, Д.А. Курочкин, Д.В. Сердечный, А.А. Чурсин, Ч.Дж. Джакман, С.В. Сирегар.

Различные инструменты оценки уровня технологической готовности цифровых решений для промышленного производства описывают Л.М. Дедаева, А.О. Жукова, А.И. Яруничев, И.Н. Краковская, Ян Ху, Юн Сяо, Лиан Вонг.

Несмотря на широкий спектр научных разработок и практических рекомендаций, некоторые проблемные моменты в данной предметной плоскости требуют более пристального внимания и углубленного анализа. Так, дополнительного обоснования требуют ключевые показатели готовности технологий, позволяющие углубить интерпретацию общего цифрового уровня их развития в конкретных областях вмешательства.

Итак, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей оценки влияния уровней готовности цифровых технологий на эффективность их внедрения промышленными предприятиями.

Прежде всего следует отметить, что оценка уровня готовности цифровых технологий – это систематический, основанный на фактах процесс, который оценивает зрелость технологий, критически важных для работы более крупной системы или выполнения ключевых целей программы разработки новых производственных линеек, включая стоимость и график работ [2]. В то же время, по мнению автора, следует отметить, что методы и подходы, которые оценивают зрелость технологии в определенный момент времени для включения в более крупную систему, не устраняют технологический риск. Однако при правильном применении они могут выявить проблемы и послужить основой для реалистичных обсуждений того, как устранить потенциальные риски, когда программы переходят от ранних исследований к разработке всей системы.

Традиционно для оценки уровня готов-

ности технологии используется подход *TRL*. *TRL* – это набор характеристик, которые описывают возрастающие уровни технической зрелости на основе продемонстрированных (проверенных) возможностей. Производительность технологии сравнивается с уровнями зрелости на основе доказательства возрастающей достоверности и сложности [3]. В целом *TRL* измеряются по шкале 1–9, где уровень 1 обычно представляет собой бумажные исследования базовой концепции, переходящие в лабораторные демонстрации примерно на уровне 4 и заканчивающиеся уровнем 9, где технология проверена, доказана и интегрирована в продукт [4].

Учитывая особенности цифровых технологий, представляется, что оценка уровня их готовности к использованию на производстве и способности положительно влиять на эффективность деятельности предприятия должна базироваться на ряде ключевых принципов. Опишем эти принципы более детально.

1. Начать следует с более широкого этапа развития цифровой технологии: при определении уровня ее готовности для получения достоверных оценок лучше всего в качестве основы рассматривать общий этап развития технологии, прежде чем анализировать конкретный прикладной уровень.

2. Учитывая сложность и неопределенность в прогнозировании будущей эффективности цифровых инноваций для конкретного предприятия, в ходе оценки целесообразно придерживаться консервативного подхода. Если существует неопределенность в отношении того, находится ли технология на определенном уровне технологической готовности, следует выбрать более низкий уровень, чтобы избежать ошибок и уменьшить потенциальные производственные риски.

3. Ключевым аспектом оценки различных уровней технологической готовности цифровых инноваций является среда их тестирования. Поэтому важно четко понимать, какие условия ожидаются на реальной производственной площадке или в ходе конкретного технологического процесса, а также то, насколько среда испытаний соответствует этим условиям.

4. Уровень готовности цифровой технологии действителен только для конкретной операционной среды, для которой она была протестирована. Например, если разработанная технология будет развернута в операционной среде машиностроительного предприятия, а

Стадия развития	Уровень	Определение	Описание
Фундаментальные исследования	1	Наблюдение за основными принципами и составление отчетов	Научные исследования начинаются со свойств потенциальной технологии, наблюдаемых в физическом мире. Об этих базовых свойствах сообщается в литературе
	2	Сформулированная концепция технологии и/или сфера применения	Прикладные исследования начинаются с определения практического применения основных научных принципов. Особое внимание уделяется более глубокому пониманию науки и подтверждению основных научных наблюдений, сделанных в ходе работ на предыдущем этапе
Исследования и разработки	3	Экспериментальное подтверждение концепции	Начинаются активные исследования и разработки. Приложения переходят от бумажной стадии к экспериментальной работе. Целесообразность отдельных компонентов технологии подтверждается аналитическими и лабораторными исследованиями
	4	Валидация компонента(ов) в лабораторных условиях	Основные технологические компоненты интегрируются «ad-hoc», чтобы убедиться, что они будут работать вместе в лабораторных условиях. Система «ad-hoc», скорее всего, будет состоять из помещенных в наличие оборудования и нескольких компонентов специального назначения, которые могут потребовать специального обращения, калибровки или выравнивания для функционирования
	5	Проверка интегрированного компонента в моделируемой среде	Интегрированные базовые технологические компоненты работают по назначению в смоделированной среде. Конфигурации находятся в стадии разработки, но могут претерпевать фундаментальные изменения. Технология и среда на уровне 5 более схожи с конечным применением, чем на уровне 4
Пилотирование и демонстрация	6	Прототип системы и/или процесса, продемонстрированный в моделируемой среде	Модель или прототип, представляющий собой конфигурацию, близкую к железной, разрабатывается в экспериментальном масштабе, обычно меньшем, чем полномасштабный. Испытания модели или прототипа проводятся в симулированной среде
	7	Готовность прототипа системы продемонстрирована в соответствующей операционной среде	Полномасштабный прототип демонстрируется в операционной обстановке, но в ограниченных условиях (т.е. полевые испытания). На данном этапе окончательный дизайн очень близок к завершению
	8	Фактическая технология завершена и квалифицирована в ходе испытаний и демонстрации	Технология подтверждает свою работоспособность в окончательном виде и в ожидаемых условиях. На этом этапе операции хорошо понятны, разрабатываются операционные процедуры и вносятся окончательные коррективы
Раннее внедрение	9	Фактическая технология проверена путем успешного развертывания в операционной среде	Фактическое применение технологии в ее окончательном виде осуществляется в полном диапазоне условий эксплуатации. Этот этап иногда называют «эксплуатацией системы», на нем происходит дальнейшее совершенствование и внедрение технологии

Рис. 1. Диаграмма уровней готовности цифровых технологий

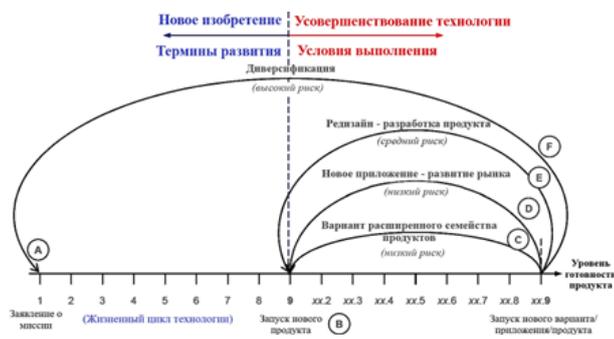


Рис. 2. Модель оценки влияния готовности цифровых технологий на эффективность их внедрения

ее тестирование осуществлялось на производственных мощностях металлургического производства, то технология уже не будет считаться полностью разработанной, и ее необходимо будет протестировать и доработать для новой операционной среды.

На основании изучения международного опыта на рис. 1 представлена диаграмма уров-

ней готовности цифровых технологий для использования промышленными предприятиями.

На основании вышеизложенного для оценки влияния уровней готовности цифровых технологий на эффективность их внедрения промышленными предприятиями предлагается модель (рис. 1), основанная на логическом сочетании существующих моделей технологии,

продукта и маркетинга.

Подводя итоги, отметим, что оценка готовности цифровой технологии – это систематический процесс анализа ее зрелости и целесообразности использования на производстве перед ее внедрением или инвестиро-

ванием в нее. В статье представлены принципы проведения оценки, формализована диаграмма уровней готовности цифровых технологий и предложена модель оценки влияния готовности технологий на эффективность их внедрения.

Список литературы

1. Киргизбаева, К.Ж. Интегральный способ оценки готовности СМК предприятия к внедрению цифровых технологий / К.Ж. Киргизбаева // Наука и техника Казахстана. – 2023. – № 2. – С. 41–47.
2. Соболев, А.Д. Проблемные аспекты оценки цифровой зрелости организации / А.Д. Соболев // Экономика строительства. – 2024. – № 3. – С. 46–49.
3. Tining Haryanti, Rakhmawati Measuring the digital transformation maturity level independently with the design science research methodology / Tining Haryanti, Nur Aini // Systems Engineering. – 2023. – Vol. 27. – Issue 1. – P. 87–94.
4. Supattana Sukrat. A digital business transformation maturity model for micro enterprises in developing countries / Supattana Sukrat, Atchara Leeraphong // Global Business and Organizational Excellence. – 2023. – Vol. 43. – Issue 2. – P. 56–62.

References

1. Kirgizbayeva, K.ZH. Integral'nyy sposob otsenki gotovnosti SMK predpriyatiya k vnedreniyu tsifrovoykh tekhnologiy / K.ZH. Kirgizbayeva // Nauka i tekhnika Kazakhstana. – 2023. – № 2. – S. 41–47.
2. Sobolev, A.D. Problemnyye aspekty otsenki tsifrovoy zrelosti organizatsii / A.D. Sobolev // Ekonomika stroitel'stva. – 2024. – № 3. – S. 46–49.

© Т.И. Коротеев, М.А. Чаруйская, 2024

УДК 639:65:005

Е.Г. ТИМЧУК

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет», г. Владивосток

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА РЫБОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Ключевые слова: методология IDEF0; особенности управления качеством; рыбодобывающие предприятия.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена экономической целесообразностью уменьшения количества систем менеджмента на рыбодобывающих предприятиях, их интеграции для уменьшения затрат на их индивидуальное поддержание. Цель исследования состоит в анализе особенностей управления качеством на рыбодобывающих предприятиях в контексте создания методических материалов разработки интегрированной системы менеджмента качества.

Введение

Особенности производственных процессов рыбодобывающих предприятий обусловлены прежде всего тем, что добываемый и перерабатываемый продукт (сырец) является природным ресурсом. Использование природного сырья требует рационального сочетания коммерческих интересов предприятий и государства в целом [1].

В связи с этим рыбодобывающие предприятия разрабатывают систему экологического менеджмента на основе международного стандарта ISO 14001, позволяющую управлять воздействием своей деятельности на окружающую среду [2].

Основными для предприятий рыбной отрасли являются процессы, создающие ценность: добыча (приемка) сырья, переработка сырья, продажа продукции. Основные производственные процессы образуют жизненный цикл рыбной продукции, создают ее потребительскую стоимость, формируют доходы предприятия [3]. При осуществлении такой деятель-

ности предприятия повышают эффективность своей деятельности, внедряя концепцию бережливого производства на основе ГОСТ Р 56407-2015 – рационализации бизнес-процессов с целью исключения затрат, не формирующих дополнительной добавленной стоимости продукции.

Таким образом, целью работы является анализ особенностей управления качеством на рыбодобывающих предприятиях.

Для достижения поставленных целей решали следующие задачи:

- анализ основных процессов рыболовецких предприятий;
- разработка контекстной диаграммы систем менеджмента предприятий рыбной отрасли;
- разработка диаграммы первого уровня систем менеджмента рыболовецких предприятий.

В деятельности предприятий рыбной отрасли, занимающихся добычей рыбы, ее обработкой и реализацией, можно выделить следующие основные производственные процессы [4]:

- 1) подготовка к промыслу;
- 2) вылов (добыча);
- 3) транспортировка;
- 4) хранение;
- 5) продажа продукции (передача покупателю).

Вылов (добыча) – основной производственный этап, который в значительной степени зависит от факторов внешней среды: метеословия, промысловая обстановка, видовой состав объектов промысла и др.

Доставка в порт осуществляется либо непосредственно рыбопромысловым судном, либо перегрузом на собственное транспортное судно компании, либо зафрахтованным. Вся экспортная продукция доставляется потребителям морским транспортом через порты стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Продукция,



Рис. 1. Контекстная диаграмма систем менеджмента рыбодобывающих предприятий

ориентированная на внутренний рынок, доставляется морским транспортом в порты России.

Важнейший этап – продажа продукции (передача покупателю). Основными покупателями продукции рыбохозяйственных предприятий Дальневосточного бассейна являются крупные компании стран АТР, которые доставляют продукцию до конечного потребителя и торговых сетей, а также предприятия оптовой и розничной сетей России.

В связи с этим наиболее часто встречающимися системами менеджмента, помимо вышеперечисленных, являются: ХАССП (система качества пищевого производства и общепита), принципы которой являются обязательными в Российской Федерации для предприятий, связанных с пищевой продукцией, и которая позволяет контролировать риски возникновения неблагоприятных для продукции событий на основе установки критических контрольных точек, система менеджмента качества (СМК), задуманная как система, направленная на деятельность высшего руководства организации

с целью повышения качества продукции и являющаяся своеобразным гарантом надежности организации при ее функционировании на внутреннем рынке Российской Федерации.

Немаловажными являются системы, позволяющие повысить конкурентоспособность рыбодобывающих предприятий на рынке труда – системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья на основе *ISO 45001* или его российского аналога *ГОСТ Р ИСО 45001-2020* и *OHSAS 18001*.

При этом предприятия, стоящие на лидирующих позициях, занимаются разработкой и внедрением более обширных систем менеджмента, таких как система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБПП) на основе *ГОСТ Р 55889*, *GMP* – надлежащая производственная практика, а предприятия, работающие в том числе на внешний рынок, внедряют локальные иностранные системы менеджмента, такие как *GFSI* – глобальная инициатива по безопасности пищевых продуктов, *BRC Global Standard* – международный стандарт по без-

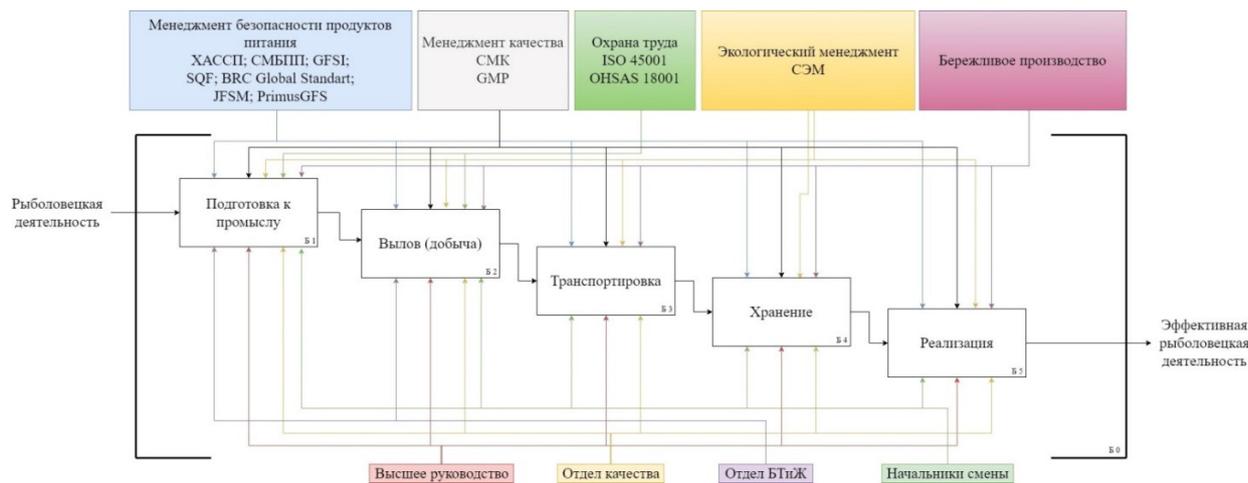


Рис. 2. Диаграмма первого уровня систем менеджмента рыболовецких предприятий

опасности пищевой продукции, *JFSM* – Стандарт Японской ассоциации менеджмента безопасности пищевых продуктов, *SQF* – безопасность и качество пищевых продуктов, *PrimusGFS* – сертификация безопасности пищевых продуктов и др.

С целью структурирования систем менеджмента, в той или иной степени внедряемых отечественными рыбодобывающими предприятиями для повышения эффективности своей деятельности и конкурентоспособности, разработана функциональная диаграмма (рис. 1, 2).

Таким образом, к основным бизнес-процессам рыбодобывающего предприятия можно отнести подготовку к промыслу, добычу водных биоресурсов (**ВБР**), транспортировку, хранение и реализацию продукции. Вспомогательными бизнес-процессами будут являться управление инфраструктурой, управление производственной средой, управление безопасностью, управление финансами, управление документацией. В соответствии с положениями всех систем менеджмента ответственность за их внедрение, функционирование и актуализацию несет экспертная группа из представителей структурных подразделений во главе с высшим руководством.

Одним из условий успешной интеграции российских рыбодобывающих предприятий в мировую экономику является соответствие условий требованиям официальных документов, международных стандартов качества НАССР,

GMP, *GHP* и *ISO 9000*, *ISO 22000* Технических Регламентов Таможенного (Евразийского экономического) Союза.

Многие предприятия рыбохозяйственного комплекса уже имеют разработанные системы менеджмента качества на основе стандарта *ISO 9001* и внедряют системы управления безопасностью продукции, окружающей средой, промышленной безопасностью, охраной труда и т.д. В то же время требования этих систем достаточно абстрактны с точки зрения отрасли, потому что отсутствует единый методологический подход при решении вопросов качества процессов рыбной отрасли [5].

Заключение

Таким образом, деятельность рыбодобывающих предприятий отрасли зависит от качества систем менеджмента, применяемых в процессе реализации их деятельности.

Многие рыбодобывающие предприятия уже имеют разработанные системы менеджмента качества на основе стандарта *ISO 9001* и внедряют системы управления безопасностью продукции, окружающей средой, промышленной безопасностью, охраной труда и т.д. Но перечисленные системы работают разрозненно и не интегрированы в единую систему, что ведет к дополнительным потерям финансовых ресурсов на их индивидуальное подержание.

Разработанную диаграмму первого уровня систем менеджмента рыболовецких пред-

приятый рекомендуется использовать для раз- интегрированной системы менеджмента для работки методических материалов и создания рыбодобывающих предприятий.

Список литературы

1. Колядина, И.В. Рыбохозяйственный комплекс России: современное состояние, проблемы и перспективы развития / И.В. Колядина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 4(45). – С. 34–39.
2. Сорокин, А.А. Вычислительный комплекс для оценки социально-экономической эффективности предприятий рыбодобывающей отрасли / А.А. Сорокин // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2022. – № 63(89). – С. 104–108.
3. Кайко, А.М. Совершенствование системы управления бизнес-процессами в рыбной отрасли / А.М. Кайко, М.Н. Лебедева // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 9(110). – С. 820–824.
4. Бетин, О.И. Повышение конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса через реализацию стратегии развития / О.И. Бетин, Е.М. Дусаева, А.С. Труба // Труды ВНИРО. – 2020. – Т. 182. – С. 151–165.
5. Тимчук, Е.Г. Теоретические основы интеграции систем менеджмента / Е.Г. Тимчук, Е.В. Глебова, Е.П. Лаптева, А.Л. Блинова, Е.А. Заяц // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 4(154). – С. 143–151.

References

1. Kolyadina, I.V. Rybokhozyaystvennyy kompleks Rossii: sovremennoye sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya / I.V. Kolyadina // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2008. – № 4(45). – S. 34–39.
2. Sorokin, A.A. Vychislitel'nyy kompleks dlya otsenki sotsial'no-ekonomicheskoy effektivnosti predpriyatiy rybodobyvayushchey otrasli / A.A. Sorokin // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta). – 2022. – № 63(89). – S. 104–108.
3. Kayko, A.M. Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya biznes-protsessami v rybnoy otrasli / A.M. Kayko, M.N. Lebedeva // Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2019. – № 9(110). – S. 820–824.
4. Betin, O.I. Povysheniye konkurentosposobnosti rybokhozyaystvennogo kompleksa cherez realizatsiyu strategii razvitiya / O.I. Betin, Ye.M. Dusayeva, A.S. Truba // Trudy VNIRO. – 2020. – T. 182. – S. 151–165.
5. Timchuk, Ye.G. Teoreticheskiye osnovy integratsii sistem menedzhmenta / Ye.G. Timchuk, Ye.V. Glebova, Ye.P. Lapteva, A.L. Blinova, Ye.A. Zayats // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 4(154). – S. 143–151.

© Е.Г. Тимчук, 2024

УДК 658.528

А.Ю. ТУМАНОВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

Ключевые слова: атмосфера; индекс загрязненности; интегральный критерий; качество; математическая модель.

Аннотация. Целью работы является определить динамику изменения качества атмосферного воздуха в населенном пункте, используя математические модели по критерию интегральной загрязненности атмосферы (ИЗА). Метод исследования загрязненности атмосферы на основе интегрального критерия. Гипотеза исследования: загрязненность атмосферы необходимо определять на основе комплексного индекса загрязнения атмосферы, учитывающего несколько примесей. Результатом работы является идентификация основных загрязняющих воздух веществ в г. Санкт-Петербурге.

Введение

Качество атмосферного воздуха является приоритетом для защиты населения от загрязнения атмосферы. Атмосфера – важная из систем, влияющих не только на комфорт, здоровье, но и на саму жизнь человека. Чистота воздуха, как и чистота воды, является одним из важнейших условий жизнедеятельности. Загрязнение атмосферы трудно увидеть без специальных исследований и приборов. Эта особенность затрудняет осознание людей о важности этой проблемы. Главенствует принцип «невидимое не может повредить» [1].

Постановка проблемы

Оценить качество атмосферного воздуха можно различными способами. Можно оце-

нивать на основе одного критерия, можно определять загрязнения в конкретный момент времени, однако существует проблема учета комбинированного воздействия различных примесей и в течение длительного времени.

Актуальность исследования заключается в необходимости оценить состояние проблемы загрязнения воздуха в Санкт-Петербурге и показать, как изменилась ситуация с 1998 по 2022 гг.

Цель – определить динамику изменения качества атмосферного воздуха в населенном пункте, используя математические модели и статистические данные по критерию индекса загрязненности атмосферы.

Основные задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

- анализ и оценка современного состояния качества воздуха в атмосфере;
- рассмотреть математическую модель на основе критерия индекса загрязненности атмосферы;
- оценить качество воздуха в Санкт-Петербурге.

Методы

1. Характеристики для оценки уровня загрязнения воздуха. Известно, что «основная физическая характеристика содержания вредных веществ в атмосфере – концентрация, т.е. количество вещества, содержащегося в единице объема воздуха при нормальных условиях» [7]. Как правило, ее измеряют в мг/м^3 . Этот показатель «Качество воздуха» в крупнейших городах России характеризует физическое, химическое и другие виды воздействия на окружающую среду. Единичная разовая концентрация примеси – величина важная, но случай-

Год	Загрязняющие вещества выше ПДК с.с.			
1998	Бензапирен	Взвешенные вещества		
1999	Бензапирен	Взвешенные вещества		
2000	Бензапирен	Взвешенные вещества		
2001	Бензапирен	Взвешенные вещества		
2002	Бензапирен	Взвешенные вещества		
2003	Бензапирен	Взвешенные вещества	Диоксид азота	Сероводород
2004	Бензапирен	Диоксид азота	Взвешенные вещества	Аммиак
2005	Бензапирен	Аммиак	Диоксид азота	Взвешенные вещества
2006	Бензапирен	Диоксид азота	Аммиак	Взвешенные вещества
2007	Бензапирен	Диоксид азота	Аммиак	Сероводород
2008	Бензапирен	Формальдегид		
2009	Бензапирен			
2010	Бензапирен	Диоксид азота		
2011	Бензапирен			
2012	Бензапирен	Диоксид азота		
2013	Бензапирен	Диоксид азота		
2014	Бензапирен			
2017	Аммиак			

Рис. 1. Данные по пяти самым загрязняющим веществам в каждом году, с 1998 по 2017 гг.

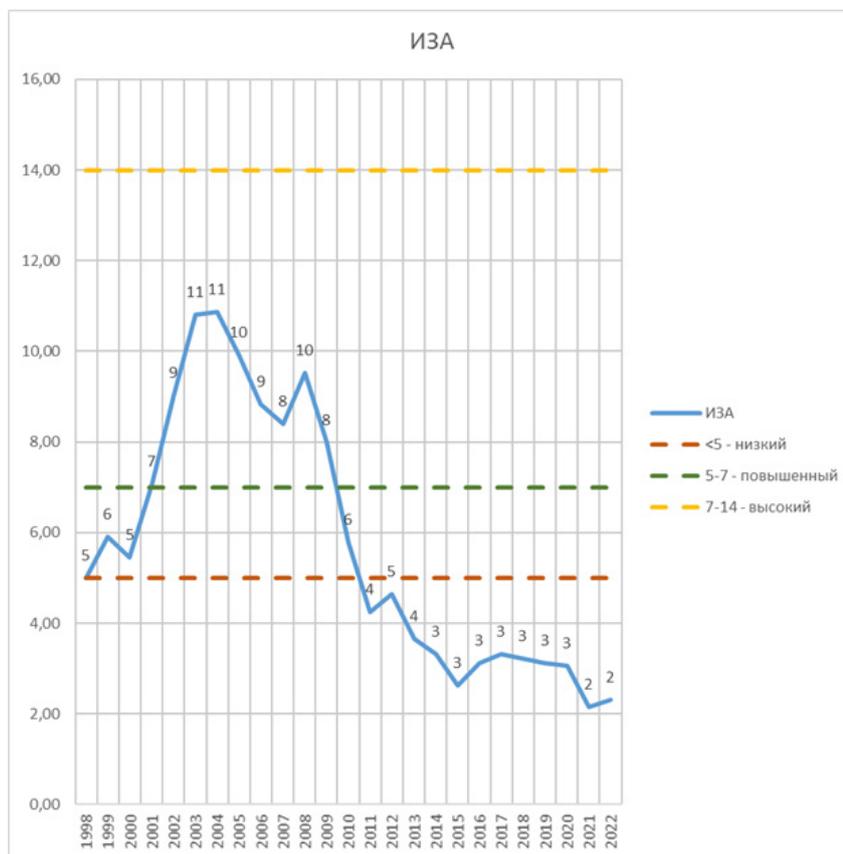


Рис. 2. График ИЗА города Санкт-Петербург по годам, с 1998 по 2022 гг.

ная, она не может полностью характеризовать степень загрязнения воздуха. Для определения уровня загрязнения атмосферы используются статистические характеристики:

- средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м³ или мкг/м³ (q_{cp});
- среднее квадратическое отклонение q_{cp} , мг/м³ или мкг/м³;

– максимальная (измеренная за 20 мин.) разовая концентрация примеси, $\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{м}^3$ (q_m).

2. Математическая модель на основе критерия индекса загрязненности атмосферы.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) учитывает несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей. Поэтому ИЗА характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха [1; 4].

Комплексный ИЗА ($I(n)$), учитывающий n загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле:

$$I(n) = \sum_{i=1}^n I_n = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{cpi}}{\text{ПДК}_{c.c.i}} \right)^{C_i}, \quad (1)$$

где q_{cpi} – среднегодовая концентрация i -го загрязняющего вещества; $\text{ПДК}_{c.c.i}$ – его средне-суточная предельно допустимая концентрация; C_i – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности i -ого загрязняющего вещества к степени вредности диоксида серы.

Значения C_i равны 1,5; 1,3; 1,0 и 0,85 для первого, второго, третьего и четвертого классов опасности загрязняющего вещества соответственно.

3. Оценка качества воздуха в Санкт-Петербурге с 1998 по 2022 гг.

В таблице на рис. 1 приведены данные по пяти самым загрязняющим веществам в каждом году, с 1998 по 2017 гг. [2; 3].

На основе данных по $\text{ПДК}_{c.c.i}$ по го-

дам с 1998 по 2022 гг. проведена оценка ИЗА и построен график, представленный на рис. 2.

Основные результаты, полученные автором

В ходе исследования получены основные научные результаты работы.

1. Рассмотрена математическая модель качества атмосферного воздуха на основе интегрального критерия загрязненности – комплексный индекс загрязнения атмосферы.

2. Произведена оценка качества воздуха в г. Санкт-Петербург. По графику ИЗА (рис. 2) наглядно видно, что с 1998 по 2000 гг. ИЗА был уже повышенным (от 5 до 7), после чего начал резко увеличиваться, и с 2001 по 2009 гг. был высоким (от 7 до 14). С 2009 г. ИЗА начал снижаться и в 2011 г. стал низким (меньше 5), постепенно понижаясь до конца наблюдений в 2022 г. Среднее значение ИЗА за указанный период составляет 5,7, что соответствует повышенному уровню загрязнения воздуха.

3. Определены основные загрязняющие воздух вещества в г. Санкт-Петербурге. По рис. 1 видно, что самыми часто встречающимися загрязняющими веществами в г. Санкт-Петербург были бензапирен, взвешенные вещества, диоксид азота, аммиак. Из них самым загрязняющим стал бензапирен, он превышал ПДК 17 из 25 лет и внес самый большой вклад в размер ИЗА.

Полученные результаты полностью соответствуют целям и задачам, поставленным в работе.

Список литературы

1. Аналитический обзор качества воздуха в крупнейших городах России за десять лет 1998–2007 гг.
2. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова. – СПб., 2008. – 211 с.
3. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России). – СПб., 2007–2022.
4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. – Москва : Гидрометеоиздат, 1991.
5. Туманов, А.Ю. Повышение качества метрологического обеспечения автоматизированных систем мобильного радиационного мониторинга / А.Ю. Туманов, В.П. Вязникова // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 6(144). – С. 79–81.

References

1. Analiticheskiy obzor kachestva vozdukha v krupneyshikh gorodakh Rossii za desyat' let 1998–2007 gg.
2. Yezhegodnik sostoyaniya zagryazneniya atmosfery v gorodakh na territorii Rossii. Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy. Glavnaya geofizicheskaya observatoriya im. A.I. Voyeykova. – SPb., 2008 . – 211 s.
3. Yezhegodnik vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu gorodov i regionov Rossiyskoy Federatsii (Rossii). – SPb., 2007–2022.
4. Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery. RD 52.04.186-89. – Moskva : Gidrometeoizdat, 1991.
5. Tumanov, A.YU. Povysheniye kachestva metrologicheskogo obespecheniya avtomatizirovannykh sistem mobil'nogo radiatsionnogo monitoringa / A.YU. Tumanov, V.P. Vyaznikova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 6(144). – S. 79–81.

© А.Ю. Туманов, 2024

УДК 519.868

С.Е. КАЛЯЗИНА

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ

Ключевые слова: агентное моделирование; мультиагентная система; портфель проектов; управление проектами; управление проектной деятельностью; стратегическое управление; *PRINCE2*; *TOGAF*.

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность применения многоагентных систем на всех уровнях проектного управления деятельностью организации – от стратегического управления до управления портфелем проектов и конкретными проектами с выделением приоритетных этапов.

Цель исследования – описать задачи этапов на всех уровнях управления проектной деятельностью организации и изучить вопрос применения агентно-ориентированного подхода при управлении проектной деятельностью, а также предложить вариант интеграции системы, в основе которой лежит агентно-ориентированный подход, и описать ее структуру в общем виде. Задачи исследования: выявить этапы на всех уровнях управления проектной деятельностью организации, где целесообразно применение мультиагентных систем.

Гипотеза исследования: общую эффективность деятельности организации возможно повысить путем оптимального распределения всех видов ресурсов и оптимального выбора выполняемых проектов за счет применения агентно-ориентированного подхода при управлении проектной деятельностью.

В исследовании использованы методы анализа, экономико-математического и имитационного моделирования.

Результат работы с теоретической точки зрения заключается в том, что освещен новый подход к управлению проектной деятельно-

стью организации, а также предложена модель взаимосвязи ИТ-систем с включением мультиагентной системы в ИТ-инфраструктуру организации. С практической точки зрения новый подход к управлению проектной деятельностью, основанный на мультиагентных системах, при применении на практике позволяет оптимизировать проектную деятельность организации.

Введение

В современных организациях часто возникает сложность при управлении проектами, связанная с необходимостью распределения ресурсов между множеством одновременно выполняемых проектов, которые поступают на исполнение в разное время и должны быть выполнены в заданные сроки. Каждый проект состоит из ряда действий (задач), которые выполняются определенными работниками и с определенными приоритетами. Для решения подобной задачи динамического планирования для нескольких проектов в режиме реального времени требуются определенные аналитические решения. Традиционные математические модели, такие как целочисленное программирование или сетевые методы, не всегда способны адекватно отразить сложность реальных задач, особенно в многопроектных средах, где присутствует множество взаимозависимостей. Кроме того, эти модели плохо адаптируются к динамическим изменениям. В качестве альтернативы предлагается моделировать такую задачу, как мультиагентная система, где агенты, представляющие проекты и ресурсы,

взаимодействуют и ведут переговоры о ресурсах. Проекты требуют ресурсов для выполнения своих задач, а ресурсы предлагают свои возможности и рабочую силу.

Применение мультиагентных систем в задачах технического характера рассматривается в научной литературе достаточно давно. Применение мультиагентного подхода в комплексном управлении проектной деятельностью предприятия является недостаточно изученным, но в настоящее время есть основания для развития этого направления, чему и посвящена настоящая статья.

Агентно-ориентированный подход объединяет два уровня управления: стратегическое, связанное с принятием решений о новых проектах, и оперативное, которое включает в себя распределение ресурсов. Такой подход позволяет гибко управлять ресурсами и адаптироваться к изменяющимся условиям. Ключевой целью является оптимизация работы системы в целом, что достигается за счет эффективного взаимодействия между агентами, что, в свою очередь, способствует повышению общей продуктивности и успешности реализации проектов.

Возможность повысить общую эффективность деятельности организации за счет оптимального распределения всех видов ресурсов и оптимального выбора выполняемых проектов определяет целесообразность разработки выбранной темы.

Методология

В качестве теоретико-методологической основы исследования использованы основные действующие методологии управления проектами и портфелями проектов (в том числе методология управления портфелем *MoP*®, метод управления проектами *PRINCE2*), методология *TOGAF* с применением языка *Archimate*. Для достижения поставленных целей и задач исследования использован метод экономико-математического моделирования; рассмотрены методы имитационного моделирования с акцентом на агентное моделирование.

Результаты

В мультиагентных системах (МАС) для распределения ресурсов используется меха-

низм, основанный на аукционе, где цена ресурсов динамически формируется в зависимости от спроса и предложения, а также учитываются изменения в возможностях ресурсов, приоритеты проектов и другие факторы [1]. Лица, принимающие решения, должны иметь возможность отклонять нецелесообразные проекты и решать, какие ресурсы будут выделены, на какие проекты и когда.

Агентное моделирование представляет собой инструмент имитационного моделирования, который использует сложные системы, состоящие из взаимодействующих между собой самостоятельных элементов, называемых агентами, для изучения сложных, нелинейных и динамических явлений в социальных, политических и экономических системах [4]. Агенты могут охватывать широкий спектр объектов: от отдельных людей и групп покупателей, которые взаимодействуют на рынке, до государств, компаний, формирующих глобальную экономику, технологических объектов, таких как автомобили, роботы, самолеты, которые влияют на транспортные системы [2], природных явлений, например, пожары, тайфуны, которые влияют на экологические системы. Ключевая особенность агентного моделирования заключается в том, что агенты обладают способностью к автономным действиям [3]. Они воспринимают изменения в окружающей среде, анализируют полученные данные и принимают решения на основе своих целей и задач с учетом индивидуальных особенностей каждого агента и его влияния на общую картину взаимодействия. Эта автономность позволяет моделировать системы с децентрализованным управлением, где каждый агент взаимодействует с другими агентами, не следуя единому плану, а принимая решения на основе собственной логики. Таким образом, агент – это любой тип объекта, который помещается в определенную среду для определения различных параметров и принятия правильного решения для выполнения необходимых действий в этой среде. Агент может быть физической или виртуальной сущностью. Виртуальная сущность работает в виртуальной среде, такой как компьютерная система. Следовательно, виртуальная сущность – это часть компьютерного программного обеспечения, которая получает входные данные и отправляет выходные данные через виртуальную среду. В условиях постоянно меняющейся

среды принятие решений становится значительно сложнее, так как данные могут устареть. Агенты, функционирующие в такой среде, должны постоянно отслеживать изменения и обновлять свою информацию [4].

Агентная модель включает в себя, как правило, элементы теории игр, теории сложных систем, методы искусственного интеллекта, причем модель может в себе комбинировать различные методы для разных частей модели [5]. Агенты обладают свободой выбора состояний, собственными интересами и предпочтениями, то есть осуществляют свой выбор целенаправленно. Взаимодействие между агентами часто носит двусторонний характер: поведение одного агента может влиять на поведение других и наоборот. Наглядным примером этого служит поведение покупателей, которые могут изменять свои решения в зависимости от выбора других покупателей.

Агенты в системе могут быть организованы в иерархические структуры, где один агент может включать в себя другие агенты. Такая вложенность может быть многоуровневой, то есть агент может представлять собой группу агентов, возможна более сложная вложенность, где каждый из агентов может иметь более многоступенчатую структуру. Каждый агент стремится выполнить свою задачу, учитывая ограничения, такие как крайний срок и бюджет. Для этого агент анализирует окружающую среду, получая информацию и знания. В системе с несколькими агентами важно использовать информацию и опыт других агентов, чтобы эффективнее решать задачи. Наконец, агент выполняет правильные и уместные действия с учетом знаний и предыдущих действий. Агент динамически изменяет свое поведение, чтобы успешно достичь желаемых целей.

Разработка модели основывается на наблюдениях за поведением реальных объектов и включает следующие этапы:

- 1) выделить основные типы агентов;
- 2) провести анализ, т.е. разделить агентов на группы и подгруппы, определить состояние агентов, описать возможные правила перехода между состоянием агентов;
- 3) построить модель с использованием систем имитационного моделирования.

МАС представляет собой сеть взаимосвязанных агентов, которые общаются и обмениваются знаниями для достижения общей цели.

Ключевым элементом МАС является взаимодействие между агентами, которое можно рассматривать как распределенную структуру, где агенты сотрудничают, координируют действия, ведут переговоры и разрешают конфликты. Коллективное поведение агентов, направленное на решение проблемы, является результатом их взаимодействия.

Разработка МАС требует интеграции технологий из различных областей: методы разработки программного обеспечения для структурирования процесса разработки, методы искусственного интеллекта для решения нестандартных задач и принятия решений, а также параллельное программирование для координации действий агентов.

МАС становятся все более популярными из-за четырех ключевых преимуществ: эффективности, гибкости, надежности и низкой стоимости. Эффективность достигается за счет разделения сложных задач на более мелкие, каждая из которых выполняется отдельным агентом. Гибкость обеспечивается тем, что каждый агент обладает знаниями, необходимыми для решения своей задачи. Надежность повышается благодаря распределенному характеру решения проблем, что делает систему менее уязвимой к сбоям. Низкая стоимость обусловлена оптимизацией ресурсов за счет разделения задач между агентами.

Агентный подход, позволяющий агентам договариваться и подстраиваться под меняющиеся условия, отлично подходит для оперативного динамического планирования и контроля в многопроектных средах. Он может быть эффективен на всех уровнях управления проектной деятельностью в организации. В этой системе действуют два типа участников: менеджеры проектов и менеджеры ресурсов. Ресурсы обладают уникальными компетенциями, необходимыми для выполнения проектов, а проекты нуждаются в этих ресурсах в определенное время. Происходит своеобразный аукцион, где цена ресурсов и времени определяется спросом и предложением.

Агенты ресурсов динамически регулируют свои цены, чтобы минимизировать конфликты в использовании ресурсов и максимизировать свой доход. Они повышают цены на временные интервалы, которые востребованы несколькими менеджерами проектов, и снижают цены на невостребованные интервалы. Этот процесс



Рис. 1. Задачи этапов стратегического управления



Рис. 2. Задачи этапов управления портфелем проектов

непрерывной корректировки цен и ставок приводит к постепенному уменьшению конфликтов ресурсов. В результате механизм аукциона позволяет агентам проектов сформировать оптимальные и совместимые локальные графики для своих задач, максимально эффективно используя доступные ресурсы.

В части принятия стратегических решений могут, например, приниматься решения об отклонении проектов по причине несоответствия выработанным критериям (например, доход, который потенциально может быть получен от проекта, не компенсирует затраты; сроки превышают допустимые; влияние на график выполнения остальных проектов критично или если включение нового проекта увеличивает затраты на задержку других проектов больше, чем прямая выгода, полученная от проекта, и т.д.).

Основные уровни проектного управления деятельностью организации, которые будут рассмотрены в данной статье: стратегическое управление, управление портфелем проектов, управление проектами.

На уровне стратегического управления осуществляются непрерывное планирование,

мониторинг, анализ и оценка ресурсов и процессов, необходимых организации для достижения ее целей. В условиях динамичной бизнес-среды организация должна регулярно пересматривать свою стратегию, чтобы оставаться конкурентоспособной и успешно реализовывать долгосрочные цели [6]. Стратегический менеджмент охватывает установку целей, анализ конкурентной среды, внутренние оценки организации, оценку стратегий и обеспечение их внедрения руководством на всех уровнях.

На уровне стратегического управления на основе обобщения имеющейся научной литературы [7] по данному вопросу можно выделить задачи этапов, обобщенные на рис. 1.

На этапе управления портфелем проектов проводятся анализ и оптимизация затрат, ресурсов, технологий и процессов для всех проектов и программ, включенных в портфель. Основная задача управления портфелем заключается в том, чтобы все результаты соответствовали стратегическим целям и бизнес-задачам организации. Менеджер портфеля проектов достигает этого с помощью бизнес-анализа, пересмотра бюджетов и прогнози-



Рис. 3. Задачи этапов управления проектом

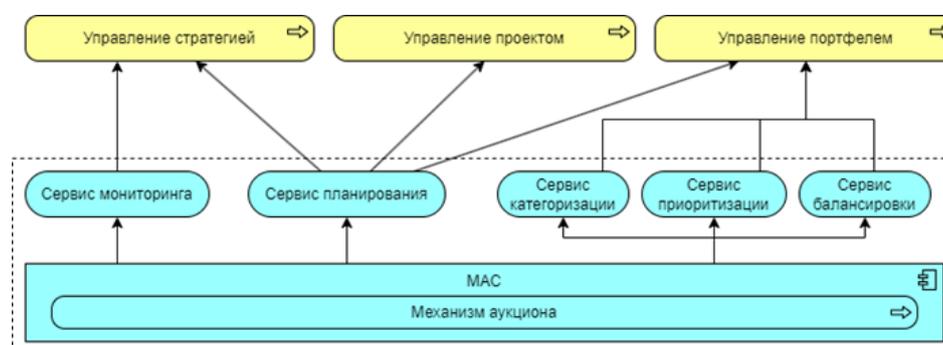


Рис. 4. Вариант применения MAC в ИТ-слое

вания, минимизируя риски и управляя ожиданиями заинтересованных сторон. На уровне управления портфелем проектов на основе методологии управления портфелем *Management of Portfolios (MoP®)* с учетом устоявшихся подходов из научной литературы [8] выделены задачи этапов, обобщенные на рис. 2.

На этапе управления проектами осуществляются планирование и организация ресурсов компании для продвижения конкретной задачи (разовый проект или текущая деятельность), а управляемые ресурсы включают персонал, финансы, технологии и интеллектуальную собственность. Процесс управления проектами включает в себя следующие этапы: планирование, инициирование, выполнение, мониторинг и закрытие. В соответствии со Сводом знаний по управлению проектами (*PMBOK®*) проект – это временные усилия, предпринимаемые с целью создания уникального продукта или услуги [9]. По методу управления

проектами *PRINCE2* «проект является временной организацией, которая создается с целью предоставления одного или нескольких бизнес-продуктов в соответствии с согласованной бизнес-моделью».

Аспекты рассмотрения управления проектом выделены на основе методологии управления проектами *PRINCE2* [10] и обобщены на рис. 3.

Предполагается, что применение агентного подхода имеет большой потенциал на всех этапах проектной деятельности.

На уровне стратегии предлагается применять агентный подход на этапе формирования стратегии в целях постоянного отслеживания в режиме реального времени соответствия стратегии изменениям окружающей среды.

На уровне управления портфелем предлагается использовать агентов на этапах категоризации, приоритизации, балансировки и

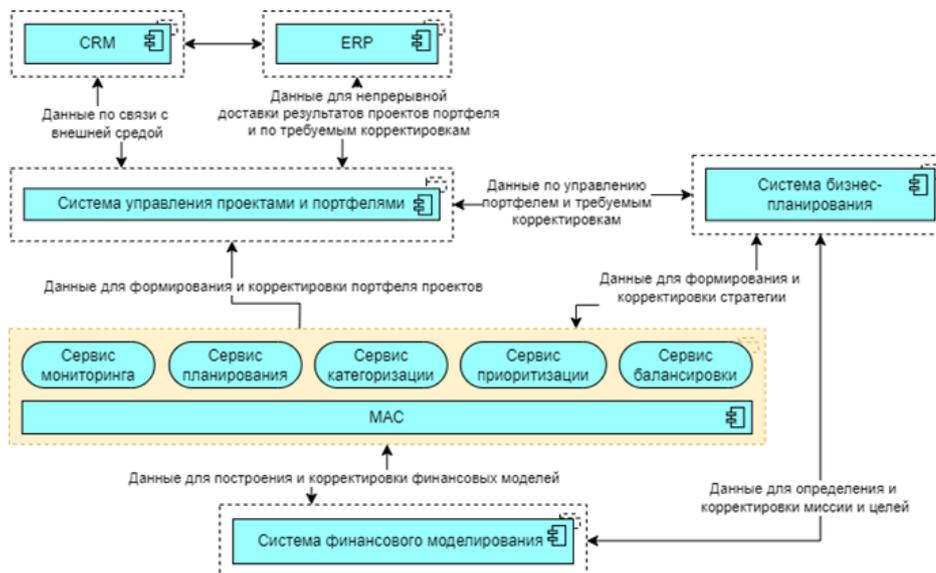


Рис. 5. Модель взаимосвязи ИТ-систем

планирования для внесения гибких изменений в процесс реализации портфеля, оптимального перераспределения ресурсов между проектами портфеля, реализации изменений в портфеле из-за изменений в стратегии.

На уровне управления проектом перспективным представляется использовать агентный подход на всех этапах. Это позволит реализовывать проекты во взаимосвязи с другими проектами с учетом общей деятельности компании и с учетом возникающих стратегических изменений.

Таким образом, МАС можно внедрить на всех уровнях управления проектной деятельностью организации (рис. 4).

Управление стратегией, проектом и портфелем представлено в виде бизнес-процессов [11]. Также указаны основные сервисы, с помощью которых будет осуществляться связь между МАС и бизнес-процессами управления проектной деятельностью [12]. На этапе формирования стратегии посредством сервиса мониторинга в случае необходимости корректировки стратегии на основании собранных данных по текущим итогам исполнения портфелей проектов с помощью МАС производится выбор варианта стратегии, наиболее оптимального на данный момент.

Посредством сервиса планирования с помощью МАС будет производиться корректировка параметров исполняемых портфелей

проектов в реальном времени в зависимости от изменений ситуации. С помощью сервиса категоризации, приоритизации и балансировки будут осуществляться отбор проектов в портфель и формирование окончательного сбалансированного портфеля с соблюдением требований его оптимальности.

Применение МАС будет требовать ее интеграции с другими ИС предприятия. На рис. 5 представлена модель взаимосвязи ИТ систем, обычно задействованных в управлении проектной деятельностью предприятия и их связь с МАС. На модели показаны все необходимые ИТ-системы, их сервисы, данные, которыми эти системы обмениваются, а также направления обмена данными.

Следующим этапом исследования будет являться апробация применения данной модели при управлении проектной деятельностью организаций различных сфер деятельности.

Выводы

Таким образом, агентный подход представляется перспективным для применения в управлении проектной деятельностью организации. За счет взаимодействия агентов обеспечивается гибкое перераспределение ресурсов между проектами с учетом перманентных изменений факторов окружающей среды.

Это позволяет в целом повысить эффективность и конкурентоспособность деятельности организации. Следующим шагом является формирование системы поддержки принятия решений (СППР), в основе которой будет МАС, позволяющая оптимизировать проектную деятельность на всех уровнях управления. СППР будет способствовать оптимизации текущих процессов, снижению рисков за счет более эф-

фективного мониторинга и управления проектами, позволит лучше прогнозировать потребности в ресурсах и реагировать на возникающие вызовы, обеспечит более высокую степень координации и синергии между различными проектами и подразделениями организации, автоматизацию процессов распределения ресурсов в зависимости от изменений внешней среды.

Список литературы

1. Dorri, A. Multi-agent systems: A survey / A. Dorri, S.S. Kanhere, R. Jurdak // *Ieee Access*. – 2018. – Vol. 6. – P. 28573–28593.
2. González-Briones A. Multi-agent systems applications in energy optimization problems: A state-of-the-art review / A. González-Briones, F. De La Prieta, M.S. Mohamad, S. Omatu, J.M. Corchado // *Energies*. – 2018. – Vol. 11. – No. 8. – P. 1928.
3. Qin, J. Recent advances in consensus of multi-agent systems: A brief survey / J. Qin, Q. Ma, Y. Shi, L. Wang // *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. – 2016. – Vol. 64. – No. 6. – P. 4972–4983.
4. Drew, D.S. Multi-agent systems for search and rescue applications / D.S. Drew // *Current Robotics Reports*. – 2021. – Vol. 2. – P. 189–200.
5. Torreno, A. Cooperative multi-agent planning: A survey / A. Torreno, E. Onaindia, A. Komenda, M. Štolba // *ACM Computing Surveys (CSUR)*. – 2017. – Vol. 50. – No. 6. – P. 1–32.
6. Левина, А.И. Оценка цифровой зрелости экономических систем / А.И. Левина, А.Д. Борреманс, А.С. Дубгорн // *Глобальный научный потенциал*. – 2021. – № 1(118). – С. 117–121.
7. Porter, M.E. How smart, connected products are transforming companies / M.E. Porter, J.E. Heppelmann // *Harvard business review*. – 2015. – Vol. 93. – No. 10. – P. 96–114.
8. Шаповалов, А.В. Возможности применения методов оптимизации в управлении портфелями проектов / А.В. Шаповалов, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2020. – Т. 8. – № 1(28). – С. 32.
9. Kerzner, H. Project management best practices: Achieving global excellence / H. Kerzner. – John Wiley & Sons, 2018.
10. Simonaitis, A. A comparison of the project management methodologies PRINCE2 and PMBOK in managing repetitive construction projects / A. Simonaitis, M. Daukšys, J. Mockienė // *Buildings*. – 2023. – Vol. 13. – No. 7. – P. 1796.
11. Мета-модель архитектуры предприятия в цифровую эпоху / И.В. Ильин, А.И. Левина, А.Д. Борреманс, С.Е. Калязина // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2020. – № 3(105). – С. 36–40.
12. Дубгорн, А.С. Идентификация ИТ-сервисов в рамках сервис-ориентированной архитектуры / А.С. Дубгорн, И.В. Ильин, О.Ю. Ильяшенко // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2018. – № 2(80). – С. 21–24.

References

6. Levina, A.I. Otsenka tsifrovoy zrelosti ekonomicheskikh sistem / A.I. Levina, A.D. Borremans, A.S. Dubgorn // *Global'nyy nauchnyy potentsial*. – 2021. – № 1(118). – S. 117–121.
8. Shapovalov, A.V. Vozmozhnosti primeneniya metodov optimizatsii v upravlenii portfelyami proyektov / A.V. Shapovalov, A.P. Preobrazhenskiy, O.N. Choporov // *Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii*. – 2020. – Т. 8. – № 1(28). – S. 32.

11. Meta-model' arkhitektury predpriyatiya v tsifrovuyu epokhu / I.V. Il'in, A.I. Levina, A.D. Borremans, S.Ye. Kalyazina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 3(105). – S. 36–40.

12. Dubgorn, A.S. Identifikatsiya IT-servisov v ramkakh servis-orientirovannoy arkhitektury / A.S. Dubgorn, I.V. Il'in, O.YU. Il'yashenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2018. – № 2(80). – S. 21–24.

© С.Е. Калязина, 2024

UDK 811.161.1

SUN LINAN¹, ZHANG FUJU², LI SHAN¹¹Heihe University, Heihe City (China);²Harbin Normal University, Harbin City (China)

ANALYSIS AND CALCULATION OF STEADY-STATE SOLUTIONS OF A CLASS OF REACTION DIFFUSION EQUATIONS

Keywords: Equilibrium solution; Reaction diffusion equation; Stability.

Abstract. The paper studied a class of reaction-diffusion equations that describe changes in population density. This study adopted a combination of theoretical research and numerical modeling methods. The results indicate that these equations have two steady-state solutions under different initial and boundary conditions, that is, the equations are bistable equations. The purpose of this article is to analyze and calculate the equilibrium solutions and stability of equations in one-dimensional space. The main task of this work is to expand the research to two-dimensional and arrogant spaces. Through this study, we conclude that these factors and elements together form a dynamic equilibrium model that can reflect the complex behavior of ecosystems. The combination of theory and practice is the main method of this article.

1. Introduction

$$u_t = Du_{xx} + ku^2(1-u) - bu. \quad (1)$$

This equation is often used to describe population dynamics in ecosystems, reflecting the diffusion and interaction of individuals in the environment [1]. Here u indicates the population density or concentration, t means time, x indicates the spatial position. The diffusion of the population is manifested as u_{xx} , which shows how species diffuse in space to reach equilibrium. Reaction item $ku^2(1-u)$ describe the rate of population reproduction, where k provides the intensity of reproduction, reflecting the nonlinear relationship between growth possibility and population density.

Specifically, u^2 shows that when it is high-density, the interaction between populations will enhance reproduction, and $(1-u)$ means that resources are limited. When the population approaches the upper limit of resources, the reproduction rate will decrease to reflect the competitive effect. Finally, the attenuation term $-bu$ indicates the proportion of individuals reduced due to death or migration in a specific period of time, where b represents the decay rate and describes the birth rate and mortality rate of species under environmental pressure or insufficient resources. Therefore, these coefficients and terms together form a dynamic balance model that can reflect complex ecosystem behavior. The stability of the solver is worth to study.

2. Equilibrium solution and stability analysis

Let $u_t = 0$ to obtain the equilibrium equation:

$$Du_{xx} + ku^2(1-u) - bu = 0,$$

let u_e be the equilibrium solution of equation (1), then $(u_e)_{xx} = 0$ and $ku_e^2(1-u_e) - bu_e = 0$, i.e. $u_e(ku_e(1-u_e) - b) = 0$, then $u_e = 0$ or $ku_e(1-u_e) - b = 0$.

When $k^2 - 4kb \geq 0$, i.e. $k \geq 4b$:

$$u_e = \frac{k \pm \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k},$$

which will be positive equilibrium solution of equation (1) when $k \pm \sqrt{k^2 - 4kb} > 0$, i.e. $k \geq 4b$ and $b = 0$. Specially, when $k = 4b$, $u_e = 1/2$.

Next, the stability analysis of the above equilibrium solution is carried out.

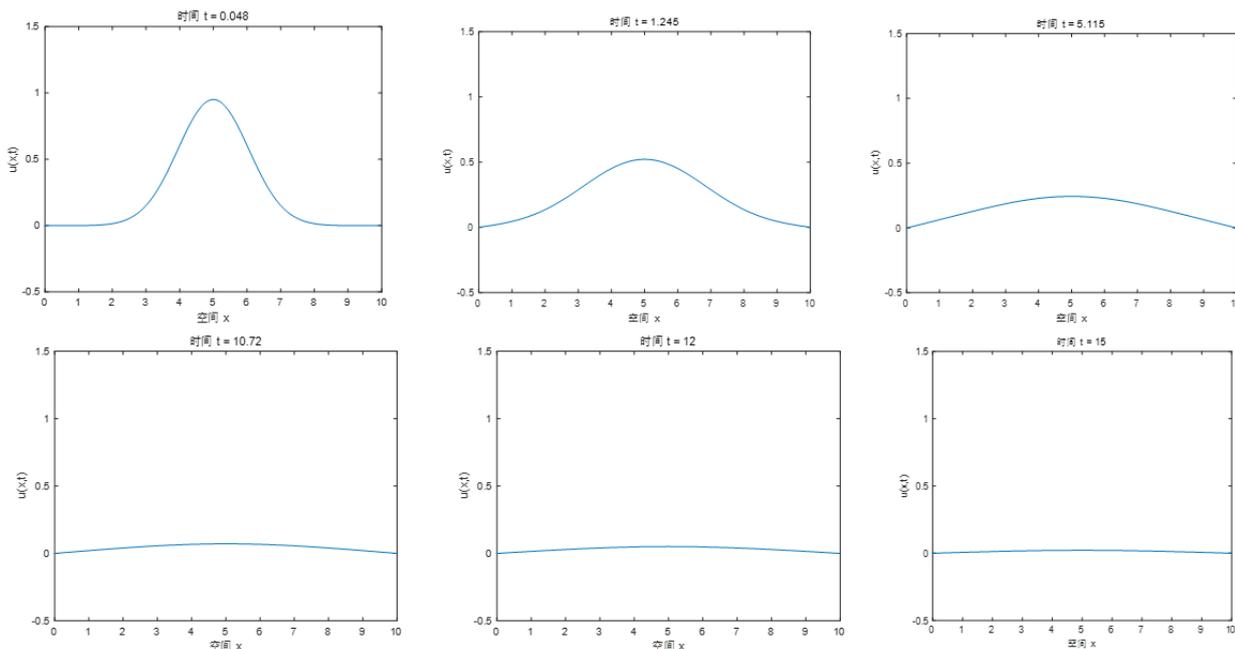


Fig. 1. Temporal and spatial variation diagram of u under the Gaussian initial condition, parameter value: $D = 1$; $k = 0.8$; $b = 0.2$

Theorem 1. If the coefficient of the attenuation term $b > 0$ in equation (1), the equilibrium solution $u_e = 0$ and

$$u_e = \frac{k + \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k}$$

are both stable, while the equilibrium solution

$$u_e = \frac{k - \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k}$$

is not stable, i.e. equation (1) is a bi-stable equation.

Proof: let $u(x, t) = u_e + \varepsilon(x, t)$, where $\varepsilon(x, t)$ is a small disturbance of the equilibrium solution. Substituting it into equation (1), we get:

$$u_t = u_{xx} + k(u_e + \varepsilon)^2(1 - (u_e + \varepsilon)) - b(u_e + \varepsilon).$$

When u_e is the equilibrium solution of equation (1), let $u_t = 0$, then:

$$u_{xx} + ku_e(1 - u_e)\varepsilon + ku_e^2\varepsilon - b\varepsilon = 0.$$

After ignoring all the higher-order terms, the linearized disturbance equation is

obtained as:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{xx} + \lambda\varepsilon,$$

where $\lambda = ku_e(1 - u_e) + ku_e^2 - b = ku_e - b$ determines the dynamic behavior of disturbance.

The equilibrium solution u_e is stable if and only if $\lambda < 0$, that is $ku_e < b$.

When $u_e = 0$, $ku_e < b$ equivalent to $b > 0$.

When

$$u_e = \frac{k + \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k},$$

$ku_e < b$ equivalent to

$$k\left(\frac{k + \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k}\right) < b,$$

simplify $4b^2 > 0$, that is $b \neq 0$, combined with the actual background of reaction diffusion, we have

$$u_e = \frac{k + \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k}$$

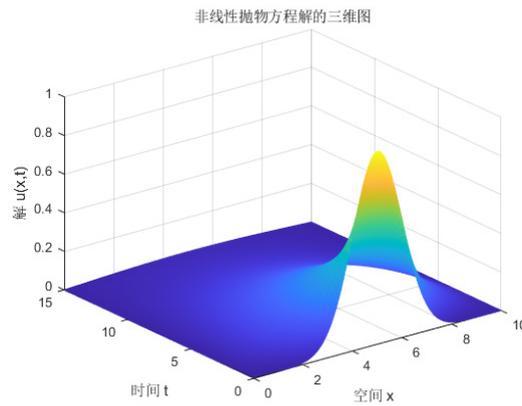


Fig. 2. 3D-diagram of the temporal and spatial variation of u under the Gaussian initial condition, the area is $(x, t) \in [0, 10] \times [0, 15]$, parameter value: $D = 1; k = 0.8; b = 0.2$

is stable if and only if $b > 0$.

When

$$u_e = \frac{k - \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k},$$

$ku_e < b$ equivalent to

$$k \left(\frac{k - \sqrt{k^2 - kb}}{2k} \right) < b,$$

simplify $4b^2 < 0$, this condition does not hold in any case, that is

$$u_e = \frac{k - \sqrt{k^2 - 4kb}}{2k}$$

is not stable.

3. Numerical simulation

Next, the stability of the above equilibrium solution will be analyzed through numerical simulation. First, verifying the stability of the equilibrium solution $u_e = 0$. Let the initial condition be:

$$u(x, 0) = A \cdot \exp\left(-\frac{(x - x_0)^2}{2\sigma^2}\right),$$

where A is the amplitude of the Gaussian function, x_0 is the center of the Gaussian function, is standard

deviation. The boundary condition is set as the Dirichlet condition, that is $u(0, t) = u(L, t) = 0$, where L is the boundary of the spatial region. The boundary condition indicates that the density of the population on the boundary at the initial moment is 0. The differential method is used for numerical simulation. In order to ensure the stability of the numerical solution, the proportion of the spatial step dx and the time step dt satisfies the Cauchy-Lipschitz condition, that is $k * dt/dx^2 \leq C$, where C is a constant that depends on the specific characteristics of the problem [2].

As shown in Fig. 1, the population spreads faster in the early stage, and the diffusion rate slows down with the decrease in density in the later stage, and finally tends to 0, which the stability of equilibrium solution $u_e = 0$ is verified.

As shown in Fig. 2, the 3D-diagram of the temporal and spatial variation of u more intuitively shows the variation law of the population density with time and space. The solution of the equation is affected by the diffusion coefficient, growth coefficient, and attenuation coefficient, showing a trend of spreading from the center to both ends. As time changes, the population density gradually tends to 0, further indicating that the equilibrium solution $u_e = 0$ is stable. To further verify the stability of the equilibrium solution $u_e = 0$. Let the initial condition be:

$$u(x, 0) = \sin \pi x.$$

The boundary condition is still set as

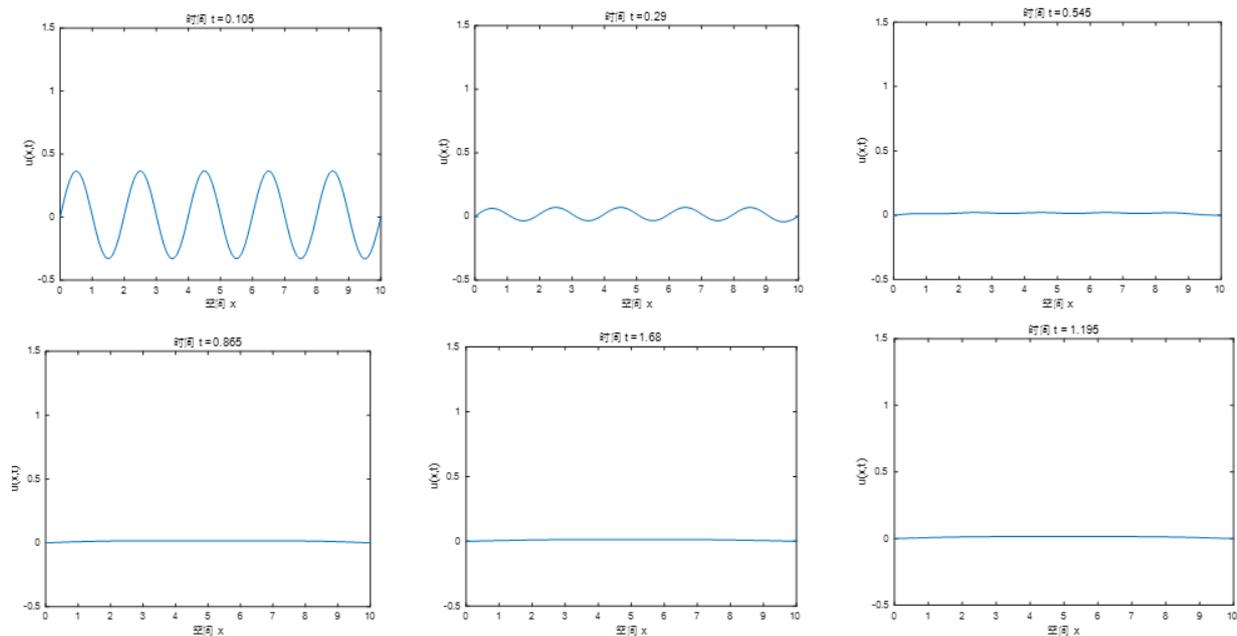


Fig. 3. Temporal and spatial variation diagram of u under the sine function initial condition, parameter value: $D = 1$; $k = 0.8$; $b = 0.2$

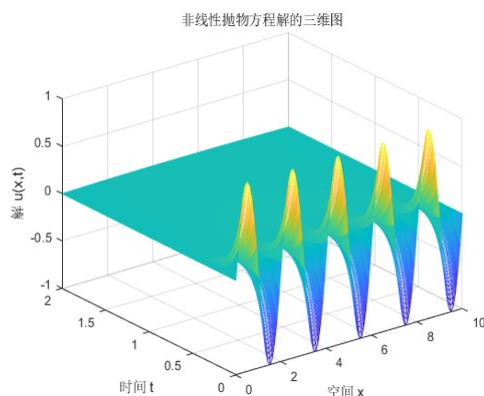


Fig. 4. 3D diagram of the temporal and spatial variation of u under the Gaussian initial condition, the area is $(x, t) \in [0, 10] \times [0, 2]$, parameter value: $D = 1$; $k = 0.8$; $b = 0.2$

the Dirichlet condition, and the numerical simulation method is the same as the previous one.

As shown in Fig. 3, under the sine function initial condition, the population density diffuses relatively fast in time and space and tends to 0 in a short time, indicating that the equilibrium solution $u_e = 0$ is still stable under this condition. Fig. 4 shows the 3D-graph of the population density changing with time and space under this condition, and the change law of the population

density decaying with time and space can be more clearly observed.

Next, verify the stability of the equilibrium solution $u_e = 0$ by changing the boundary value condition. The boundary value condition is set as the Neumann boundary condition, that is, the population cannot diffuse through the boundary. The initial conditions are still the Gaussian function and the sine function respectively.

As shown in Fig. 5, under the Gaussian initial condition, when the Neumann boundary condition

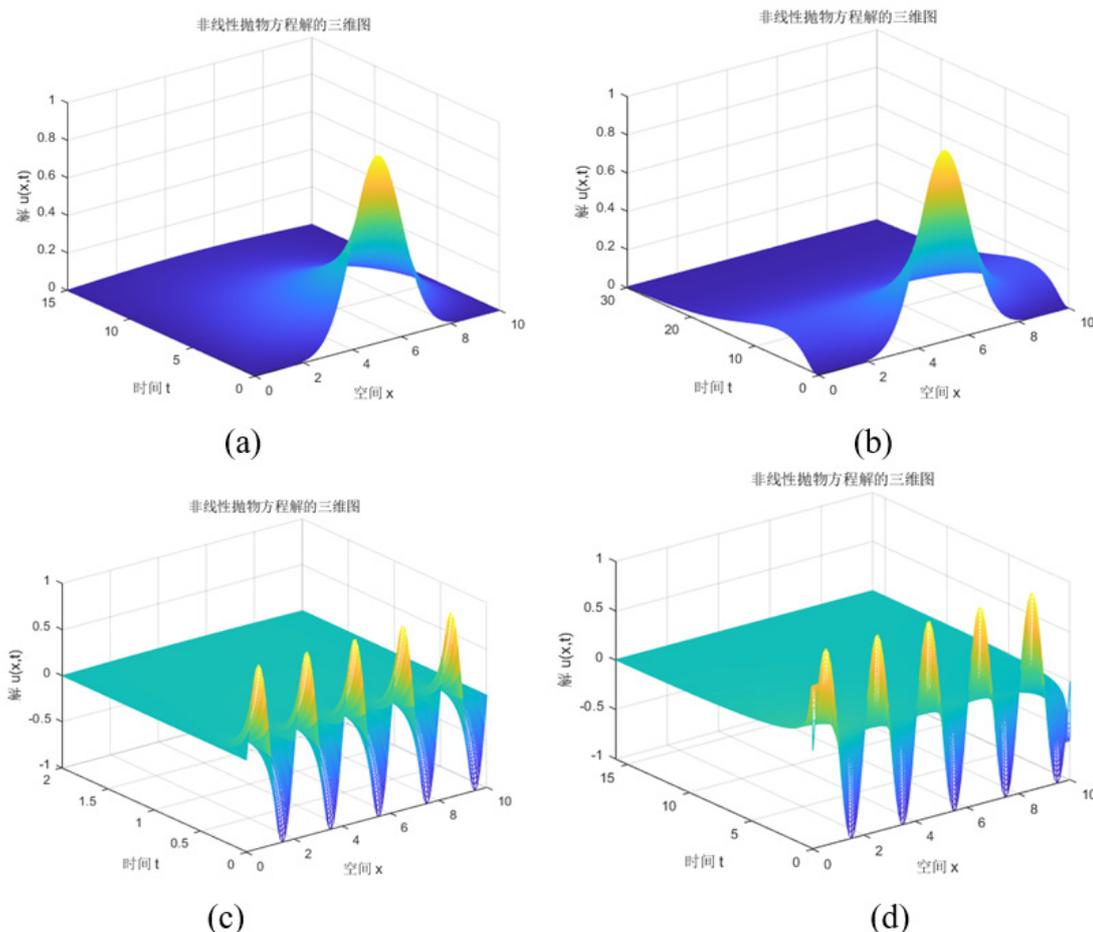


Fig. 5. (a) and (b) are the 3D-diagrams of the temporal and spatial variation of u under the Gaussian initial condition with the Dirichlet and Neumann boundary conditions respectively, parameter value: $D = 1; k = 0.8; b = 0.2$. (c) and (d) are the 3D-diagrams of the temporal and spatial variation of u under the sine initial condition with the Dirichlet and Neumann boundary conditions respectively, parameter value: $D = 1; k = 0.8; b = 0.2$

is taken, the population diffusion is relatively slower than that of the Dirichlet boundary condition, and there are certain fluctuations near the boundary during the diffusion process, but the population density still tends to 0 with time. At this time, the equilibrium solution $u_e = 0$ is still stable. Under the sine initial condition, when the Neumann boundary condition is taken, the population diffusion is relatively slower than that of the Dirichlet boundary condition, and there are more obvious fluctuations in the entire region during the diffusion process, but the population density still tends to 0 with time. At this time, the

equilibrium solution $u_e = 0$ is also stable.

In summary, the numerical simulation results of equation (1) under different initial and boundary conditions all verify the stability of the equilibrium solution $u_e = 0$, which is consistent with the theoretical results proved above. The stability of other equilibrium solutions can be verified by the same method, and it will not be repeated here. This paper only analyzes and calculates the equilibrium solution of equation (1) in one-dimensional space and its stability. The next research will be expanded to two-dimensional and high-dimensional space.

The authors were supported by the Natural Science Foundation of Heilongjiang (No. LH2020A019).

Список литературы/References

1. Volpert, V. Pulses and waves for a bistable nonlocal reaction-diffusion equation / V. Volpert // Applied Mathematics Letters. – 2015. – No. 44. – P. 21–25.
2. Lu Jinfu. Numerical solution of partial differential equations / Lu Jinfu, Guan Zhi. – Tsinghua University Press, 2018.

© Sun Linan, Zhang Fujun, Li Shan, 2024

УДК 338.467.4:629

А.А. АГАПОВ-ИВАНОВ, О.В. ВОРОНКОВА

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург

ФОРМИРОВАНИЕ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: история развития; транспорт Ленинградской области; транспортная инфраструктура.

Аннотация. Статья посвящена изучению формирования и развития транспортной инфраструктуры Петербурга и Ленинградской области с момента ее зарождения и до наших дней. В работе анализируются электронные ресурсы, а также научные статьи других авторов. Цель данной работы заключается в изучении пути транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга и Ленинградской области, определении географических особенностей и тенденций развития транспортной инфраструктуры города. К задачам научной статьи относятся изучение литературы на выбранную тему и их анализ, поиск электронных ресурсов с исторической информацией. Методы достижения результатов представляют собой изучение отчетов, исторических документов и справок по работе транспорта с начала основания города. Результатом исследования является утверждение о том, что Санкт-Петербург – это ключевой город в транспортной инфраструктуре Российской Федерации.

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области имеется большое количество различных видов транспорта, который специализируется на оказании гражданам транспортных услуг. Транспорт выполняет множество разных хозяйственных и социальных функций, совершает пассажирские и грузовые перевозки, что влияет на экономическую жизнь страны. Ежедневно организации и предприятия всего города и области пользуются такими элементами транспортной системы, как железнодорожные пути, автомагистрали, трамвайные и

водные пути, легковые и грузовые автомобили, поезда, морской транспорт, авиатранспорт, тягачи.

История создания транспортной инфраструктуры, какой мы привыкли видеть ее сейчас, берет свое начало в первой половине 18 века, когда была запущена первая полноценная вместительная карета для 10–16 пассажиров «Омнибус». Омнибус в переводе с латинского означает «для всех». До создания этой кареты люди добирались по городу либо на частных извозчиках, либо пешком. Маршрут данного транспорта проходил от Казанского моста к Крестовскому острову или Старой деревне. Транспорт был маленький и не обладал удобствами, пассажирам было тесно, но зато он был доступен для широкого пользования народу [1].

Во второй половине 18 в. был создан рельсовый трамвай на конной тяге под название «конка». Конка, в свою очередь, обладала большим удобством, чем ее предшественник омнибус. Маршруты пролегали по Невскому проспекту, от Площади восстания до Адмиралтейства, и могли составлять 12 километров. За три копейки пассажир ехал на верхнем этаже трамвая, где не было крыши от осадков, а за пять копеек пассажир ехал в удобном закрытом вагоне. Считалось, что верхним этажом пользуются пассажиры второго класса, а нижним этажом – первого [2].

Также существовали такие виды общественного транспорта, как «паровик» и ледовый трамвай. Паровик был трамваем, работающим на паровой тяге, но общественности не нравились валящие из трубы копоть, искры. Летом такие трамваи пускали без стенок, что было более комфортно. Ледовый трамвай – первый трамвай на электрической тяге, маршруты которого проходили по льду в зимнее время года.

Было проложено три линии, соединяющих Сенатскую площадь с Васильевским островом, Дворцовую набережную с Мытнинской набережной и Суворовскую площадь с Выборгской стороной. До ледового трамвая были попытки запустить трамвай на электронном тяге вместо конных трамваев, но от этой идеи отказывались ввиду больших вложений и рисков.

Все эти виды раннего общественного транспорта в Санкт-Петербурге были сделаны в рамках контракта правительства и общества конно-железных дорог. В 1902 г. по истечении контракта правительство Санкт-Петербурга начало разрабатывать проект создания единой транспортной системы города.

В 1907 г. началось полноценное движение трамваев на электрической тяге по улицам города. Первое время плата за проезд отличалась, но уже через год проезд для пассажиров первого класса и пассажиров второго класса стал одинаковым – пять копеек.

Первые попытки запустить автобус в Санкт-Петербурге были еще в царской России и датируются 1907–1914 гг., но полноценный маршрутный автобус будет запущен в СССР 1 сентября 1926 г. Проезд стоил десять копеек, автобус перевозил большое количество пассажиров и был комфортным транспортом.

Настоящим событием для жителей Ленинграда в 1936 г. стал запуск троллейбуса. Троллейбус – это автобус с двумя двигателями: электрическим двигателем и двигателем внутреннего сгорания. Общественность приняла троллейбусы как транспорт повышенного комфорта, который обладал передовыми для своего времени мягкими сиденьями, системой отопления.

В период Великой Отечественной войны большое количество автобусов было передано на нужды армии и тыловикам. Троллейбусы были полностью убраны с улиц, возобновив движение только в мае 1944 г. Зимой 1942 г. в блокадном Ленинграде перед автобусными парками встала задача по эвакуации населения. Предлагалось пустить троллейбусные пути по Ладожскому озеру, но это не было реализовано. Жителей блокадного Ленинграда эвакуировали на автобусах. Количество трамвайных маршрутов с началом блокады было сокращено, а в тяжелейшую зиму 1942 г. трамваи встали из-за ужасных морозов и отключения электроэнергии. С приходом весны трамваи постепенно

возвращались на улицы города для грузоперевозок, а позднее вернулись и пассажирские маршруты, что стало настоящим праздником для жителей города [3].

В послевоенное время перед властями города стояла задача не только вернуть транспортную инфраструктуру города в довоенное состояние, но и развивать благоустройство города, проложить новые системы коммуникаций, обогатить количество маршрутов, сделать транспорт более комфортным. Для начала возвращалась техника, которую передавали в военное время армии, но уже в течение нескольких лет было полностью налажено производство новых трамвайных вагонов, автобусов и троллейбусов. Была установлена диспетчерская связь между автостанциями и конечными пунктами. Восстановлены остановки, а также увеличено количество действующих автобусных, трамвайных и троллейбусных остановок. В начале 1950-х гг. была проведена серьезная работа по восстановлению автодорог, магистралей, железнодорожных и трамвайных путей, речных маршрутов по Ленинграду и Ленинградской области. Работа осуществлялась с учетом особенностей каждого вида транспортной инфраструктуры [4].

Власти города рассматривали проект Ленинградского метрополитена еще задолго до Великой Отечественной войны. Строительство первой ветки метрополитена в Ленинграде началось в январе 1941 г. Ветка в первоначальном виде выглядела как ныне нам известная часть красной ветки Санкт-Петербургского метрополитена от станции «Площадь восстания» до станции «Автово». Метрополитен должен был стать удобным решением как для населения города, так и для заводов и предприятий, но проект был приостановлен с началом Великой Отечественной войны, а рабочие переведены в создание сооружений обороны города. В послевоенное время проект быстро возобновили, и в ноябре 1955 г. в Ленинграде пустили первый поезд метрополитена от станции «Автово» до станции «Площадь восстания». Протяженность первой линии Ленинградского метро составила почти 11 километров. Также Ленинградский метрополитен первый в стране получил вагоны типа «Д», которые отличались легким весом и новым двигателем. В последующие годы метрополитен стремительно расширялся, сначала открывались новые станции, а затем и новые ветки. Установлена

диспетчерская связь, внедрены системы автоматического и дистанционного управления эскалаторами, произведена переквалификация работников для упрощения работы машиниста внутри вагона [5].

Первая железная дорога в российской истории была открыта также в Ленинградской области, а именно железнодорожные пути между Петербургом и Царским селом. Ныне вокзал отправления этого маршрута называется Витебским. Преимущественно это была пассажирская линия, которая дала толчок в разработке, строительстве и открытии новых железных дорог не только по Ленинградской области, но и по всей царской России. Дальнейшие маршруты не ограничивались связью больших городов только внутри России, а начинали выходить за ее пределы, например, в Хельсинки. До начала первой мировой войны существовал маршрут «Северный экспресс», который являлся прямым железнодорожным сообщением с Парижем. Поезда этого маршрута отличались особой роскошью и комфортом, многие современники того времени описывали вагоны маршрута как номера люкс на колесах. Действие маршрута было остановлено в ходе первой мировой войны, но после окончания боевых действий движение возобновилось. Известный российский писатель Владимир Набоков говорил, что, несмотря на возобновление маршрута, вагоны уже не отличаются роскошью и комфортом. После октябрьской революции все железные дороги перешли в государственную собственность и знаменитый маршрут закрыли.

Во время Великой Отечественной войны осажденный Ленинград был спасен благодаря строительству Октябрьской железной дороги. После прорыва блокады было необходимо в срочном порядке пустить в город провизию, и в кратчайшие сроки была построена «Дорога победы». Также после прорыва блокады были восстановлены шестикилометровые перегоны Дунай – Шлиссельбург и станция Шлиссельбург, через которые ввозили строительные материалы [6].

В послевоенное время железные дороги достаточно быстро были восстановлены в ходе первой пятилетки, но к середине 1950-х гг. в связи с ростом грузооборота было решено полностью переоснастить и переоборудовать железные дороги Ленинградской области. Начались отправления поездов в союзные

республики, создание новых вагонов с передовыми технологиями автосцепки и различных видов тяги, новые методы обслуживания и эксплуатации. Впоследствии развитие электричек сильно упростило жизнь как пассажирам, так и различным заводам, цехам, предприятиям, производствам и их работникам. Современная сеть пригородных электропоездов была сформирована в 2003 г. с открытием Ладужского вокзала. К концу нулевых 21 в. были запущены высокоскоростные поезда «Сапсан» между Москвой и Санкт-Петербургом. В Ленинградской области также начал курсировать поезд «Ласточка» между Санкт-Петербургом и Выборгом в 2015 г. Он отличается быстротой перевозки и повышенными условиями комфорта.

24 июня 1932 г. считается началом регулярного авиасообщения ленинградского аэропорта «Пулково» с Москвой. Рейс перевозил пассажиров и почту. В дальнейшем началось активное развитие регулярных авиасообщений с другими городами, такими как Петрозаводск, Архангельск, Мурманск, Киев, Витебск. Во время Великой Отечественной войны летчики коммерческих рейсов были распределены на военную службу. После полного освобождения Ленинграда от блокады летчики вернулись к регулярным коммерческим рейсам. В послевоенный советский период были запущены новые реактивные самолеты, способные доставлять пассажиров и грузы быстрее. В новейшей истории России сложно переоценить работу авиасообщений. Из аэропорта Пулково ежедневно отправляются тонны грузов, аэропорт принимает 45 самолетов в час, рейсы отправляются не только во все уголки России, но и в большое количество других государств. Авиакомпании используют самолеты *Boeing* таких моделей, как 737, 747, 757, 767, 777. Данные самолеты способны перевозить более 530 человек и около 130 тонн различных грузов [7].

Петром I Санкт-Петербург был задуман как портовый город с выходом в европейские воды, значит, все предприятия строились сразу с выходом к воде. В 18 в. это самый быстрый и удобный способ доставки грузов. Стремительный рост в области судовых перевозок, создание военного флота, совершенствование кораблестроения позволили к началу 20 в. осуществлять грузовые и пассажирские перевозки по рекам и каналам Петербурга по отдельности. Речной трамвай не теряет по-

пулярности уже более столетия и активно используется жителями Петербурга и по сей день. Важное место имеют и прогулочные судна. Экскурсионные и прогулочные суда являются неотъемлемой частью в инфраструктуре города. С пристани речного вокзала Петербурга открыты поездки на Валаам и Волго-Балтийский водный путь. Из акватории Петербурга регулярно уходят круизные и туристические лайнеры. Грузообороты товара, проходящего через акваторию Ленинградской области, составляют четверть всего водного грузооборота страны в силу своего местоположения, куда приходят судна со всего мира [8].

Также в 2008 г. в акватории Санкт-Петербурга был запущен проект аквабус, водного автобуса, который мог стать для пассажиров альтернативой другому наземному транспорту. В 2015 г. проект закрыли.

Современный общественный транспорт Петербурга включает в себя:

- почти 1 500 трамваев и троллейбусов, а также в совокупности 90 их маршрутов;
- порядка 5 000 автобусов с 464 автобусными маршрутами;
- пять линий и 72 станции метрополитена с парком метро в 1 900 вагонов и непрерывно работающими эскалаторами по 19–20 часов в сутки;
- железнодорожный транспорт насчитывает десять направлений следования с пятью крупными вокзалами;
- водный транспорт имеет 200 причалов

и 62 маршрутов следования;

- аэропорт Пулково, способный принимать до 45 самолетов ежедневно.

Таким образом, мы видим, что путь транспортной инфраструктуры Петербурга был сложен и тернист в силу своих географических особенностей, стремительно растущего города, возложенных на него надежд руководства страны, тяжелейших исторических событий, связанных с нашим городом. И тем не менее можно увидеть, что часто в Петербурге и Ленинграде запускались передовые технологии в различных областях транспорта. В настоящее время Санкт-Петербург имеет обширную передовую сеть транспортной инфраструктуры города, которая задает тенденции остальным городам и регионам нашей страны расширять и модернизировать различные виды транспортных сообщений и методы доставки грузов. В планах властей города запуск полноценного беспилотного трамвая к 2026–27 гг. Также в 2023 г. по автомагистрали между Петербургом и Москвой впервые был запущен беспилотный грузовой автомобиль для перевозки коммерческих грузов. Все эти аспекты показывают, что в транспортной инфраструктуре Петербурга задействованы или в дальнейшем будут задействованы передовые технологии в области грузоперевозок с искусственным интеллектом, а это, в свою очередь, дает нам основание утверждать, что Санкт-Петербург – ключевой город транспортной инфраструктуры Российской Федерации.

Список литературы

1. Омнибус // Экспозиционно-выставочный комплекс городского электрического транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://getmuseum.ru/omnibus>.
2. Бешенцев, И.Д. Ленинградский трамвай: становление и процветание / И.Д. Бешенцев // Гуманитарные науки в современном вузе: вчера, сегодня, завтра: к 280-летию со дня рождения российской просветительницы княгини Е.Р. Дашковой : материалы VI международной научной конференции : в 3 т., Санкт-Петербург, 15 декабря 2023 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2023. – С. 195–204.
3. Работа общественного транспорта Ленинграда в период Великой Отечественной войны // Администрация Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gov.spb.ru>.
4. Ленинградский наземный транспорт в послевоенные и советские годы // Администрация Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gov.spb.ru>.
5. История Петербургского метро [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://historystationspb.ru/history>.
6. Железнодорожный транспорт послереволюционной России и Советского Союза // Мультимедийное электронное учебное издание «Общий курс железных дорог» // © ФГБУ ДПО «Учеб-

но-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», Москва, 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://umczdt.ru/news/demohtml/index.html>.

7. История аэропорта // Пулково Аэропорт Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pulkovoairport.ru>.

8. Майоров, Н.Н. Тенденции развития маршрутов пассажирских перевозок на внутреннем водном транспорте в Санкт-Петербурге / Н.Н. Майоров, Е.П. Яковлева // Системный анализ и логистика. – 2019. – № 3(21). – С. 54–64.

References

1. Omnibus // Ekspozitsionno-vystavochnyy kompleks gorodskogo elektricheskogo transporta [Electronic resource]. – Access mode : <https://getmuseum.ru/omnibus>.

2. Beshentsev, I.D. Leningradskiy tramvay: stanovleniye i protsvetaniye / I.D. Beshentsev // Gumanitarnyye nauki v sovremennom vuze: vchera, segodnya, zavtra: k 280-letiyu so dnya rozhdeniya rossiyskoy prosvetitel'nitsy knyagini Ye.R. Dashkovoy : materialy VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii : v 3 t., Sankt-Peterburg, 15 dekabrya 2023 goda. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet promyshlennykh tekhnologiy i dizayna, 2023. – S. 195–204.

3. Rabota obshchestvennogo transporta Leningrada v period Velikoy Otechestvennoy voyny // Administratsiya Sankt-Peterburga [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gov.spb.ru>.

4. Leningradskiy nazemnyy transport v poslevoyennyye i sovetskiye gody // Administratsiya Sankt-Peterburga [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gov.spb.ru>.

5. Istoriya Peterburgskogo metro [Electronic resource]. – Access mode : <https://historystationspb.ru/history>.

6. Zheleznodorozhnyy transport poslerevoluytsionnoy Rossii i Sovetskogo Soyuza // Mul'timediynoye elektronnoye uchebnoye izdaniye «Obshchiy kurs zheleznykh dorog» // © FGBU DPO «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», Moskva, 2019 g. [Electronic resource]. – Access mode : <https://umczdt.ru/news/demohtml/index.html>.

7. Istoriya aeroporta // Pulkovo Aeroport Sankt-Peterburga [Electronic resource]. – Access mode : <https://pulkovoairport.ru>.

8. Mayorov, N.N. Tendentsii razvitiya marshrutov passazhirskikh perevozok na vnutrennem vodnom transporte v Sankt-Peterburge / N.N. Mayorov, Ye.P. Yakovleva // Sistemnyy analiz i logistika. – 2019. – № 3(21). – S. 54–64.

© А.А. Агапов-Иванов, О.В. Воронкова, 2024

УДК 332.1

*В.В. АСАУЛ, Е.И. РЫБНОВ**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург*

СОЦИАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НА РЫНКЕ ТРУДА И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ СИЛОЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ключевые слова: кризис; пандемия; санкции; социальные тенденции; строительная организация; трудовая миграция; управление рабочей силой.

Аннотация. В статье рассматриваются социальные тенденции на рынке труда и проблемы управления рабочей силой в строительстве в условиях кризиса: пандемии, санкций и т.д. Необходимым становится учет социальных тенденций: замедление трудовой миграции, пересмотр форм очной и удаленной работы, необходимость цифровой трансформации экономики. Автор предлагает ряд мер по адаптации строительной организации к условиям кризиса: осуществление быстрого переобучения; изменение лидерских и управленческих компетенций; внедрение культуры доверия, прозрачности и открытости; повышение индивидуального и социального благополучия; осуществление работы более гибкими способами.

Введение

Нехватка квалифицированной рабочей силы – это, возможно, одна из самых больших проблем в строительстве сегодня, и она усугубляется с каждым годом, поскольку все меньше молодых людей заинтересованы в работе в строительном производстве, а старые сотрудники все ближе и ближе к выходу на пенсию.

Спрос постоянно растет, и эта проблема не ограничивается одной страной или континентом. Хотя на этом уровне уже предпринимаются некоторые инициативы по решению проблемы, строительные компании также могут попытаться смягчить ее последствия для себя.

Двумя наиболее значимыми традиционными

подходами к решению этой проблемы являются наставничество и строительные кадровые агентства. Наставничество может работать как с неопытными студентами/выпускниками колледжей, так и с существующими квалифицированными работниками, позволяя привлечь больше потенциальных сотрудников. С другой стороны, кадровые агентства берут на себя большую часть работы по подбору и предварительному отбору персонала, предлагая рабочую силу именно тогда, когда она вам нужна.

Производительность и эффективность уже давно являются одними из самых заметных проблем строительства. За последние годы было реализовано много технологических достижений, чтобы сделать большинство сфер деятельности более продуктивными, но строительство не входит в их число, и общий застой в производительности стал реальностью.

Ожидания клиентов со временем растут, и строительные компании, которые не хотят развиваться и меняться, рано или поздно останутся в тени, не в состоянии конкурировать с другими игроками на рынке в отношении бюджетов и сроков строительства.

Производительность – это обширная тема, и единого решения этой масштабной проблемы не существует. В некотором смысле эта проблема схожа с проблемой медленного внедрения технологий, обе они имеют относительно простое, но в то же время сложное решение: инвестиции в освоение новых технологий и методов [12].

Зарубежный опыт

На строительных площадках, например, в Германии, строители из Восточной Европы после пандемии COVID-19 столкнулись с проблемой потери заработной платы и отсут-

ствием социальных льгот. Планируется, что это будет исправлено. В будущем те, кто приезжает на работу в другую страну Европейского Союза (ЕС), должны получать такую же зарплату, как и местные жители [11].

Румынские или болгарские рабочие-мигранты на стройках Франкфурта-на-Майне пока не имеют таких же возможностей, как их европейские коллеги из других стран. Некоторые из них рассказывают о своих условиях работы. Румыны зарабатывают на стройках в регионе Рейн-Майн более чем в два раза больше, чем у себя на родине. Тем не менее их обманывает компания, которая их наняла. Потому что эта компания выплачивает им часть зарплаты черным налом и таким образом экономит часть социальных выплат для румын. «Они работают в системе, где доминируют сербы, граждане Сербии. Обычно они работают по десять часов в день. И они находятся в системе незадекларированной работы, где соотношение 50:50. Это означает, что часть зарплаты выплачивается официально, на счет с платежными ведомостями, а часть – нелегально. И вот они работают 55 часов в неделю, и благодаря этой системе они не имеют права на пенсию, теряют право на пенсию, теряют право на продолжение выплаты заработной платы, а также не получают отпуск» [11].

Тяжелой работой, иногда по ночам и в выходные дни, и в Швейцарии занимаются в основном иностранцы. Присутствует высокая иммиграция, несмотря на высокий уровень безработицы. Строительная отрасль – одна из немногих в Швейцарии, где это действительно так, но только для низкоквалифицированных работников. Вопрос о том, исправит ли введение обязательной регистрации рабочих мест ситуацию или только добавит бюрократии, является предметом дебатов в обществе.

В Северной Америке ситуацию в строительстве тоже не назовешь стабильной в плане социальных тенденций.

В последние годы ситуация с рабочей силой кардинально изменилась, что привело к появлению динамичных тенденций в кадровой сфере. Качество рабочей силы напрямую влияет на итоговый результат. Как правило, чем лучше сотрудник чувствует себя в компании, тем более продуктивно он работает, принося вашему бизнесу больше денег.

В настоящее время 12,7 % сотрудников, занятых полный рабочий день, работают из

дома, что свидетельствует о быстрой нормализации среды удаленной работы. В то же время 28,2 % сотрудников перешли на гибридную модель работы. Эта модель сочетает в себе работу на дому и в офисе, обеспечивая гибкость и сохраняя уровень физического присутствия на рабочем месте [13].

Несмотря на постоянный рост удаленной работы, большинство сотрудников (59,1 %) по-прежнему работают в офисе. Этот процент подчеркивает тот факт, что, хотя удаленная работа находится на подъеме, традиционная работа в офисе еще далеко не устарела.

Будущее удаленной работы представляется многообещающим. По данным *Upwork*, к 2025 г. 32,6 миллиона американцев будут работать удаленно, что составляет около 22 % рабочей силы. Этот прогноз свидетельствует о постоянном, но постепенном переходе к удаленной работе. 98 % работников хотят работать удаленно хотя бы часть времени.

Сейчас ситуация выходит на некое плато. И, как в Европе, большому количеству трудящихся в строительстве (до 2–3 млн чел. по разным оценкам) в США придется искать другую работу.

Социальные тенденции на рынке труда в России

В России в том числе определенное влияние на строительство оказала пандемия *COVID-19*, как и во всем мире. Продление карантинных мер, создание инфраструктуры для удаленной работы приводят к снижению спроса на офисную недвижимость. Сегодня можно уже вести бизнес из любой точки мира, где работает интернет. Любой кризис предоставляет возможности новым стартапам, видам деятельности, тенденциям потребления, занятости и пр., и так до следующего кризиса.

Как и большинство сфер деятельности в России, строительство испытывает сегодня дефицит кадров. Портал *Superjob* провел исследование, в котором показал, что 85 % российских организаций испытывают дефицит кадров. По прогнозу специалистов этот вызов будет доминирующим для российских компаний в ближайшем будущем [8].

Специалисты предлагают различные подходы для решения данной проблемы. Если их объединить, то можно построить комплексный подход к решению: оценка потребности в ка-

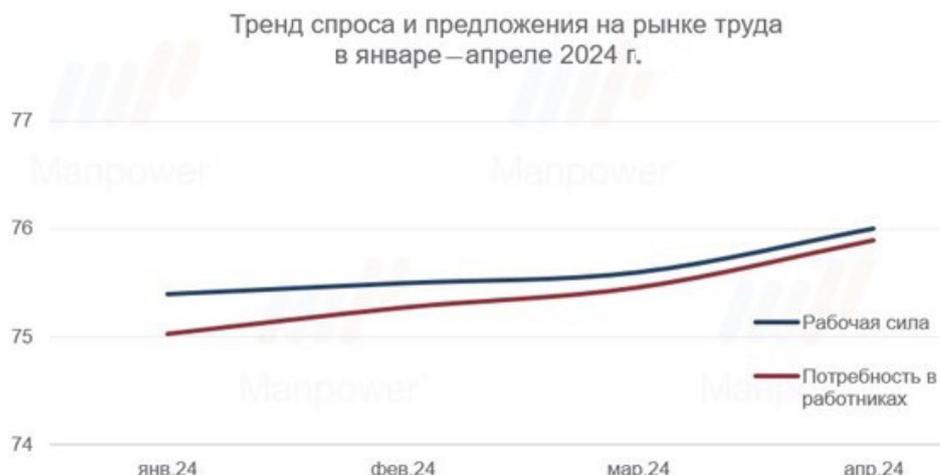


Рис. 1. Соотношение спроса и предложения на рынке труда за январь–апрель 2024 г.

драх в сфере деятельности; участие в разработке образовательных программ для необходимых специалистов компаний реального сектора и вузов; усилить меры государственной поддержки [6].

Серьезный дефицит работников в строительной индустрии, начавшийся еще в 2020 г., может усилиться. К концу 2024 г. строительству будет не хватать 15 % сотрудников от текущей численности персонала. Эксперты уверены, что решить эту проблему можно по аналогии с ИТ-сферой, где у специалистов есть ряд предпочтений. Сейчас, по подсчетам аналитиков, кадровый дефицит по специальностям дорожно-строительной сферы составляет 11 %. Нехватка рабочих наблюдается на фоне роста объемов строительных работ, которые, например, по итогам 2023 г. в целом по России увеличились в сопоставимых ценах (с учетом инфляции) на 7,9 % год к году, до 15,1 трлн руб.

В основном не хватает каменщиков, монолитчиков, оконщиков, штукатуров, по ряду позиций дефицит доходит до 20–25 %.

Кроме того, компаниям не хватает инженеров, сметчиков и архитекторов. Дефицит обусловлен демографической ситуацией, и, по прогнозам, к 2030 г. Россия лишится около 1,9 млн человек трудоспособного населения [9]. Часть молодежи со строительными специальностями задействована в специальной военной операции. В 2023 г. году приток иностранных рабочих на стройки РФ сократился на 50 %.

В Национальной ассоциации инфраструк-

турных компаний (НАИК) ожидают, что к 2028 г. потребность в сварщиках и монтажниках вырастет на 61 % от текущего количества таких работников, арматурщиков – на 33 %, водителей грузовиков и дорожных рабочих – на 21 %, монтажников стальных и железобетонных конструкций и электрогазосварщиков – на 16 %.

Дефицит кадров оказывает влияние на основные показатели инвестиционно-строительных проектов: обеспечение сроков, стоимости и качества строительства, что в итоге влияет на рынок недвижимости и показатели обеспеченности населения жильем.

Проблемы управления рабочей силой в строительстве в России

Оценить глубину данной проблемы можно по данным статистики.

Главный показатель – снижение уровня безработицы на 0,1 % (апрель 2024 г. по сравнению с 2023 г.) на уровень 2,6 % [5]. Однако численность рабочей силы находится на прежнем уровне (6–7,5 млн чел.), наблюдается рост дефицита кадров в экономике. За один квартал 2024 г. она выросла на 2 %, а по сравнению с 2023 г. на 8,3 %. На рис. 1 показано соотношение спроса и предложения на рынке труда [7].

hh-индекс показывает соотношение количества резюме к количеству вакансий на рынке труда в определенной профессиональной области (принимает значения: [1,9 – 12]).

Его значения показывают дефицит соиска-



Рис. 2. Динамика вакансий и резюме на портале *hh.ru* в 2023 г. в % месяц к месяцу [7]

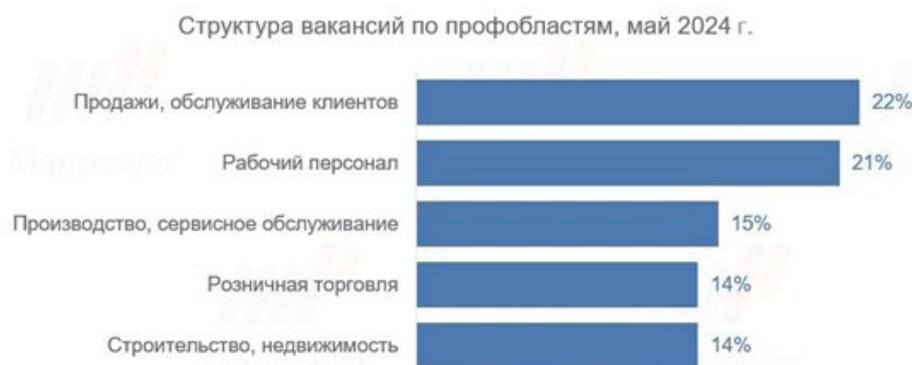


Рис. 3. Профессиональные сферы с наибольшим дефицитом кадров (май 2024 г.) [7]

телей сегодня на рынке труда (рис. 2). На графике видно, что рост потребностей работодателей продолжается, но уже меньшими темпами из-за роста активности предложения.

На рис. 3 представлены ТОП-5 профессиональных сфер с высоким дефицитом кадров. Эксперты отмечают, что спрос на специалистов в строительстве вырос больше, чем в других областях.

В строительстве наблюдается особенная ситуация.

Спрос работодателей растет, он показывает один из самых высоких уровней по сферам деятельности – в 2,3 раза (+ 134 %). И это при росте заработной платы при полной занятости на 28 % – 81 557 руб. в месяц. По профессиям это выглядит следующим образом:

– кровельщики (+ 171 %) – 70 154 руб./мес. (+ 24 %);

– монолитчики (+ 165 %) – 100 000 руб./мес. (+ 33 %);

– строители (+ 159 %) – 94 313 руб./мес. (+ 37 %).

В табл. 1 представлены сферы деятельности с наибольшим приростом вакансий [10].

Также эксперты предполагают, что к концу 2024 г. дефицит кадров в строительстве составит не менее 15 % [9].

Строительный рынок в России очень сложен для анализа ввиду широкой региональной дифференциации [1–4]. И строительным организациям необходимо формировать не только новые конкурентные преимущества, основанные на инновационных технологиях, но и новые подходы к управлению трудовыми ресурсами.

Но по данным компании *HeadHunter* только 3 % россиян готовы работать на строи-

Таблица 1. Сферы деятельности с наибольшим ростом спроса на трудовые ресурсы

Сфера деятельности	Изменение количества вакансий по сравнению с I кварталом 2024 г.	Средняя предлагаемая заработная плата, руб., полный день, I квартал 2024 г., с изменением по сравнению с I кварталом 2023 г.
Строительство	+ 134 %	81 577 (+ 28 %)
Банки, инвестиции	+ 126 %	50 122 (+ 9 %)
Управление персоналом	+ 109 %	61 708 (+ 32 %)
Консультирование	+ 103 %	41 031 (+ 2 %)
Административная работа	+ 94 %	48 395 (+ 27 %)
Транспорт, логистика	+ 91 %	75 215 (+ 12 %)

Таблица 2. Решения, которые могут способствовать преодолению кадрового кризиса в строительстве

№	Решение	Экономическая интерпретация
1	Дальнейшее повышение уровня заработной платы и увеличение социальных гарантий	Неоднозначная мера с учетом наметившегося роста заработных плат. Но она всегда выступает классическим стимулом привлечения специалистов. Может быть рекомендована на усмотрение руководителей строительных организаций
2	Развитие профессионального и высшего образования	Система подготовки кадров в строительстве активно развивается многие годы. Дальнейшее развитие системы целевого обучения, подготовки и переподготовки кадров, интеграция системы специального и высшего образования будут служить формированию национального кадрового потенциала
3	Государственные меры поддержки	Мера традиционная, но показывающая неизменно свою эффективность. Министрой участвует и должен продолжать активно популяризировать строительные профессии среди школьников и студентов. Целесообразным может быть введение льгот для строителей, аналогичных с IT-сферой
4	Создание возможностей быстрого переобучения	Наряду с имеющимся спектром возможностей необходимо научить сотрудников, как построить «мышление обучения», что является трудоемкой задачей. Однако в случае успеха это подготовит их к работе в постоянно изменяющейся среде
5	Быстрое внедрение новых технологий	Задача сложная и требующая определенного количества ресурсов. Но в случае успеха решение данной проблемы создает базу для быстрого изменения ролей в организации. Для крупных компаний Ре-скиллинг и повышение квалификации открывают новые возможности
6	Изменение компетенций	Речь в большей мере идет о лидерских и управленческих компетенциях. Опыт пандемии показал, что ситуация может измениться одномоментно, и возрастает роль эмпатии, а не только цифровых компетенций и возможностей улучшения информационной инфраструктуры
7	Развитие культуры, открытости и доверия	Необходимость данной меры также увеличила свою значимость после пандемии, когда многим сотрудникам пришлось работать удаленно
8	Работа над социальным, а не только индивидуальным благо-	Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), например, недавно обнародовала, что после пандемии 45 % китайских медиков страдают от тревоги,

8	получим	а в Эфиопии в три раза увеличилось распространение депрессии. Обеспечение психологического здоровья в коллективе организации становится важным фактором в любой сфере деятельности
9	Обеспечение возможности выполнения работ более гибким способом	Руководители организаций получили представление в период пандемии, какими более быстрыми способами может работать организация. Зачастую они являются и более дешевыми

тельной площадке.

Также была упрощена процедура ввоза рабочих строительными организациями (численностью до 101 чел. и доходом до 800 млн руб.). Однако запросы рассматриваются долго, и по жалобам заказчиков можно судить о том, что большая часть квот отдается государственным стройкам.

Пути решения проблемы

Возможны следующие пути решения проблемы преодоления кадрового кризиса в строительстве в следующие годы. Они отображены в табл. 2 и снабжены соответствующими комментариями.

Заключение

Строительство, как наиболее древний вид деятельности, эволюционировал и изменялся на протяжении всей истории человечества.

Несмотря на взлеты и падения, строительство остается локомотивом любой экономики. Строительство консервативно, но вынуждено справляться с изменением спроса, развитием технологий, изменением стандартов качества. И строительным компаниям необходимы конкурентные преимущества, связанные с развитием инновационных технологий, в том числе и в управлении кадрами.

К сожалению, проблемы, связанные с дефицитом кадров в строительстве, в краткосрочной перспективе, скорее всего, останутся. Внимание необходимо сконцентрировать на комплексном решении данной проблемы: удержании кадров и воспитании новых. Здесь повышается уровень ответственности как руководителей строительных организаций, так и органов государственной власти. На сегодняшний день система высшего государственного образования предоставляет все возможности для подготовки и переподготовки кадров для строительной сферы.

Список литературы

1. Асаул, В.В. Анализ конкуренции на российском рынке жилищного строительства в условиях цифровизации / В.В. Асаул, М.В. Петухов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14. – № 8А. – С. 66–76.
2. Асаул, В.В. Оценка конкурентоспособности организаций в условиях цифровой экономики / В.В. Асаул, В.А. Кошечев, Ю.А. Цветков // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 533–548.
3. Асаул, В.В. Методология повышения конкурентоспособности строительных организаций / В.В. Асаул // Дисс. на соискание уч. степени доктора эк. наук. – СПб : СПбГАСУ, 2007.
4. Асаул, В.В. Предпринимательство в строительстве в единстве его основных компонентов: личностных, экономических и организационно-управленческих / В.В. Асаул, Ж.Г. Петухова // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 6(69). – С. 110–117.
5. Кадровый дефицит в строительстве, 2024 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cifrastroy.ru/posts/kadrovyj-defitsit-v-stroitelstve-2024>.
6. На стройке не хватает рук. Дефицит кадров в отрасли в этом году усилится [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kommersant.ru/doc/6553189>.
7. Оценка состояния российского рынка труда 2Q 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://manpower.ru/media/blog/sostoyaniya-rossijskogo-ryinka-truda-2q-2024.html>.
8. Тенденции 2024 года в строительной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://irbiscompany.ru/blog/tendencii-2024-goda-v-stroitelnoj-otrasli>.

9. Эксперты: к концу 2024 года дефицит кадров в строительстве составит 15 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://erzrf.ru/news/eksperty-k-kontsu-2024-goda-defitsit-kadrov-v-stroitelstve-sostavit-15?tag=%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D1%80%D1%8B>.
10. Экспертный анализ: наибольшая активность найма оказалась в сфере строительства в I квартале 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=176746>.
11. Initiative gegen Ausbeutung – Gleiches Geld für gleiche Arbeit [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.deutschlandfunk.de/initiative-gegen-ausbeutung-gleiches-geld-fuer-gleiche-100.html>.
12. Ocean, J. Top 15 Construction Issues & Industry Challenges in 2024 / J. Ocean [Electronic resource]. – Access mode : <https://revizto.com/en/construction-issues-challenges>.
13. Vats, I. The Future Of Workforce Trends In 2024 // Future of Workforce Trends for 2024 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.selechthub.com>.

References

1. Asaul, V.V. Analiz konkurentsii na rossiyskom rynke zhilishchnogo stroitel'stva v usloviyakh tsifrovizatsii / V.V. Asaul, M.V. Petukhov // *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*. – 2024. – Т. – 14. – № 8А. – S. 66–76.
2. Asaul, V.V. Otsenka konkurentosposobnosti organizatsiy v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki / V.V. Asaul, V.A. Koshcheyev, YU.A. Tsvetkov // *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*. – 2020. – Т. 10. – № 1. – S. 533–548.
3. Asaul, V.V. Metodologiya povysheniya konkurentosposobnosti stroitel'nykh organizatsiy / V.V. Asaul // *Diss. na soiskaniye uch. stepeni doktora ek. nauk*. – Spb : SPbGASU, 2007.
4. Asaul, V.V. Predprinimatel'stvo v stroitel'stve v yedinstve yego osnovnykh komponentov: lichnostnykh, ekonomicheskikh i organizatsionno-upravlencheskikh / V.V. Asaul, ZH.G. Petukhova // *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2016. – № 6(69). – S. 110–117.
5. Kadrovyy defitsit v stroitel'stve, 2024 g. [Electronic resource]. – Access mode : <https://cifrastroy.ru/posts/kadrovyy-defitsit-v-stroitelstve-2024>.
6. Na stroyke ne khvatayet ruk. Defitsit kadrov v otrasli v etom godu usilitsya [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.kommersant.ru/doc/6553189>.
7. Otsenka sostoyaniya rossiyskogo rynka truda 2Q 2024 [Electronic resource]. – Access mode : <https://manpower.ru/media/blog/sostoyaniya-rossijskogo-ryinka-truda-2q-2024.html>.
8. Tendentsii 2024 goda v stroitel'noy otrasli [Electronic resource]. – Access mode : <https://irbiscompany.ru/blog/tendencii-2024-goda-v-stroitelnoj-otrasli>.
9. Eksperty: k kontsu 2024 goda defitsit kadrov v stroitel'stve sostavit 15 % [Electronic resource]. – Access mode : <https://erzrf.ru/news/eksperty-k-kontsu-2024-goda-defitsit-kadrov-v-stroitelstve-sostavit-15?tag=%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D1%80%D1%8B>.
10. Ekspertnyy analiz: naibol'shaya aktivnost' nayma okazalas' v sfere stroitel'stva v I kvartale 2024 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=176746>.

© В.В. Асаул, Е.И. Рыбнов, 2024

УДК 06.71.05

А.А. БЕЛЯЕВА, А.В. КОМАРОВ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург

РОЛЬ ЧАСТНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ключевые слова: государственно-частное партнерство (ГЧП); инвестиции в строительство; промышленная инфраструктура; социальная инфраструктура.

Аннотация. В статье рассматривается роль привлечения частных инвестиций через механизм ГЧП для строительства объектов социальной и промышленной инфраструктуры. Проведен анализ динамики и структуры механизма ГЧП в отечественной и зарубежной практике, что позволило выявить тенденции развития механизма и определить ключевые направления применения. В статье акцентируется внимание на актуальность механизма в условиях дефицита бюджетных ассигнований и необходимости стимулирования промышленного потенциала. Также в статье описаны перспективы применения квази-форм ГЧП для повышения интереса со стороны частного партнера с помощью государственных гарантий.

Закон о Бюджете указывает на сокращение бюджета по большинству социальных направлений в 2025 г. с последующим небольшим восстановлением в 2026 г., но общий объем финансирования в 2026 г. все равно остается ниже уровня 2024 г., что говорит о необходимости привлечения дополнительных финансовых ресурсов в социальную сферу [1]. Основной статьей доходов остаются поступления от нефтегазовой отрасли, что подтверждает актуальность развития промышленной инфраструктуры как стимула для развития экономики.

По данным Минфина [2] в 2025 г. планируемый дефицит федерального бюджета составит 1,2 трлн руб. По мнению В.Е. Черевко, на экономическую ситуацию в РФ оказывают негативное влияние следующие факторы: послед-

ствия санкционного давления, геополитическая нестабильность и связанная с этим глобальная неопределенность [3].

Несмотря на экономическую ситуацию, статистика подтверждает повышенный интерес к механизму ГЧП [4; 5]. Однако в 2023 г. объем общих инвестиций на рынке ГЧП снизился в сравнении с показателями 2022 г., хотя и превышает показатели предыдущих пяти лет. В.Е. Черевко и М.А. Бережных связывают это с увеличением расходов государства и дефицитом бюджетных средств [6].

Для оценки роли механизма государственно-частного партнерства был осуществлен анализ статистической информации. Результаты этого анализа позволили сформулировать актуальность и применимость механизма в сфере социального и промышленного строительства и выявить общие тенденции рынка ГЧП в динамике. Также был проанализирован зарубежный опыт ГЧП с целью оценки применимости эффективных практик в условиях российской экономики.

Последние пять лет на европейском рынке ГЧП по общему количеству и стоимости закрытых сделок лидируют Франция, Германия и Великобритания. В 2023 г. по числу проектов в стадии разработки лидирует Франция (56 проектов), однако Германию (17 проектов) и Великобританию (23 проекта) потеснили Италия (39 проектов), Греция (34 проекта) и Бельгия (21 проект) [7]. В России на различных этапах реализации в 2023 г. находятся 3 510 проектов (на 5,4 трлн руб.), что говорит о высокой степени заинтересованности и актуальности механизма.

Так как невозможно однородно привлекать финансирование сразу во все сферы экономики, в разных странах наблюдается различная степень привлечения механизма ГЧП к

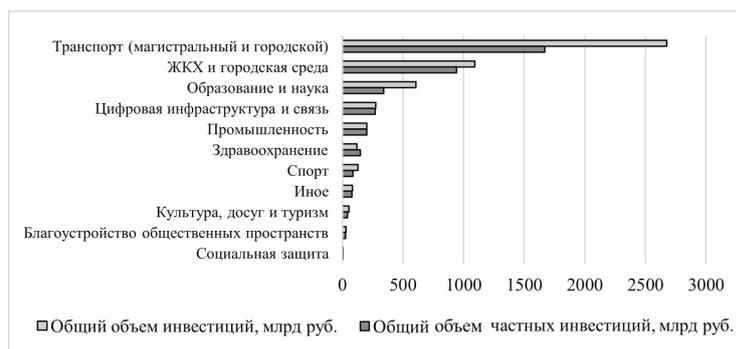


Рис. 1. Общий объем инвестиций и объем частных инвестиций в действующие соглашения в 2023 г. [4]

Таблица 1. Динамика закрытия проектов ГЧП в социальном секторе в 2022–2023 гг.

Сфера	Количество проектов		Общий объем инвестиций, млрд руб.	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Школьное образование	60	25	113,4	49
Спортивная сфера	15	14	28,1	25,1
Университетские кампусы	3	9	55,3	238,8
Здравоохранение	3	2	35,1	20,6
Иное	17	12	12,1	25,1
Итого	98	62	244	358,6

тому или иному направлению. Так, например, в США отраслевым приоритетом проектов ГЧП является реализация проектов дорожного строительства (89 % от всех проектов). 36 % от всех проектов ГЧП в Великобритании реализуются в области здравоохранения, здравоохранение также является лидирующим направлением в Канаде, Франции и Италии. 43 % проектов в Германии реализуются в сфере образования [8]. В Испании лидирующей сферой применения механизма ГЧП является направление строительства автомагистралей [9].

В России в 2023 г. на этап коммерческого закрытия вышли 116 проектов с общим объемом инвестиций 765,5 млрд руб., что выше на 13 % показателя 2022 г. в 346 проектов с общим объемом инвестиций в 877,6 млрд руб. Таким образом, можно сказать, что и в отечественной, и в зарубежной практике наблюдается общая тенденция в укрупнении проектов.

В России также лидирующим направлением привлечения механизма ГЧП является транс-

портная сфера (108 действующих соглашений), с общим объемом инвестиций 2 676,8 млрд руб. в 2023 г., 1 092,6 млрд руб. из которых являются частными. Далее следуют проекты жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) (2 777 штук со средним объемом инвестиций в проект порядка 0,4 млрд руб.), замыкают тройку проекты в направлении образования и науки, их в 2023 г. действует 220 штук, с общим объемом инвестиций в пять раз меньше, чем в сфере ЖКХ и развития городской инфраструктуры.

Проекты ГЧП в сфере промышленности являются с точки зрения количества соглашений самими малочисленными (девять штук), однако если обратить внимание на средний объем вложенных инвестиций (22,6 млрд руб. на проект), то можно отметить, что они немногим уступают транспортным проектам (24,8 млрд руб. на проект).

В 2023 г. в России реализуются 2 777 проектов в области ЖКХ и развития городской среды (против 108 в сфере транспорта). При

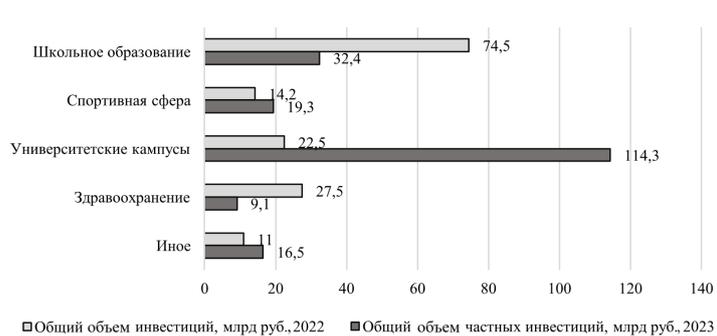


Рис. 2. Объем инвестиций проектов ГЧП в социальном секторе в 2022–2023 гг.

этом средний объем инвестиций в проекты ЖКХ существенно ниже – 0,4 млрд руб. против 24,8 млрд руб. в транспортном секторе. Это говорит о вовлеченности участников не только в реализацию высокобюджетных, крупных проектов, но и проектов существенно меньшего объема.

В 2023 г. направление развития социальной инфраструктуры стало самым быстрорастущим направлением по объему инвестиций в проекты ГЧП. По данным аналитического отчета Национального центра ГЧП [4], в 2023 г. в сфере социальной инфраструктуры заключено 62 проекта. Однако этот результат существенно уступает результатам 2022 г., в котором было заключено 98 проектов с общим объемом инвестиций 358,6 млрд руб. Динамика заключенных проектов в социальном секторе представлена в табл. 1.

Практически во всех направлениях социального сектора наблюдается снижение числа проектов относительно 2023 г. Исключение составляет направление строительства университетских кампусов, что наглядно представлено на рис. 2, где объем только частных инвестиций в 2023 г. составил 114,3 млрд руб. (девять проектов), что выше показателя 2022 г. в пять раз (22 млрд руб., три проекта).

Большинство соглашений ГЧП в социальной сфере реализуется через механизм концессионных соглашений [10] (общий объем финансирования по концессионным соглашениям ФЗ-115 в 2023 г. составил 357 млрд руб. против 16,8 млрд руб. по соглашению о ГЧП/МЧП 224-ФЗ). При этом объем привлеченных (как бюджетных, так и внебюджетных) инвестиций стабильно увеличивается из года в год. Так, за пять лет с 2019 г. объем финансирования за счет частных инвестиций вырос в 14 раз

(с 15 до 204 млрд руб.), а объем бюджетных инвестиций – в 26 раз (с 6 млрд руб. в 2019 г. до 153 млрд руб. в 2023 г.).

Эта динамика подтверждает актуальность механизма ГЧП для частного партнера, поскольку наглядно демонстрирует, что публичный партнер готов инвестировать в социальные проекты ГЧП, тем самым снижая финансовые риски проекта. Помимо снижения финансовых рисков, ГЧП позволяет гарантировать востребованность объекта в долгосрочной перспективе и осуществлять планирование деятельности организации на 10–20 лет [11].

ГЧП в сфере строительства объектов промышленной инфраструктуры становится все более актуальным способом привлечения инвестиций, т.к. повышение промышленного потенциала является одной из приоритетных задач государственной политики, направленной на достижение технологического суверенитета. В этой связи набирают популярность такие механизмы квази-ГЧП, как Контракт со встречными инвестиционными обязательствами (КСИО) и Соглашение о защите и поощрении капиталовложений (СЗПК).

Важнейшими условиями реализации таких соглашений является предоставление государственных гарантий частному партнеру, таких как гарантия сбыта продукции (КСИО) и гарантия неизменности условий и возмещения части затрат (СЗПК), что значительно снижает риски участия частной стороны в проекте [12]. Как пример интереса к подобным механизмам можно отметить факт того, что с 2017 по 2023 гг. было заключено всего 18 КСИО, а к концу 2026 г. Национальный Центр ГЧП прогнозирует заключение около 80 контрактов [4].

Таким образом, можно сказать, что механизм ГЧП применим и широко используется

как в отечественной, так и в зарубежной практике. Стоит отметить возрастающий интерес к проектам с относительно невысоким бюджетом, это говорит о снижении порога входа участия в проектах ГЧП и интересе со стороны не только крупных игроков на рынке. Россия как один из лидеров в этом направлении имеет широкий потенциал и возможности для развития и увеличения проектов социального строительства с помощью ГЧП.

Список литературы

1. Предварительная оценка исполнения федерального бюджета за 2023 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id_4=38819-predvaritelnaya_otsenka_ispolneniya_federalnogo_byudzheta_za_2023_god.
2. Бюджет для граждан к проекту федерального закона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : «О федеральном бюджете на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов» URL: https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=309325-byudzheta_dlya_grazhdan_k_proektu_federalnogo_zakona_o_federalnom_byudzhete_na_2025_god_i_na_planovyi_period_2026_i_2027_godov.
3. Черевко, В.Е. Направления государственного регулирования современной Российской экономики / В.Е. Черевко // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах : сборник научных трудов 13-й Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 февраля 2024 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 241–244.
4. Инвестиции в инфраструктуру и ГЧП 2023. Аналитический обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosinfra.ru/library/956-investitsii-v-infrastrukturu-i-g-ch-p2023-analiticheskii-obzor?ysclid=lu5psjjuum59149262>.
5. Основные тренды и статистика рынка ГЧП по итогам 2023 года. Аналитический дайджест [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://pppcenter.ru/upload/iblock/b0f/b0fcbdbe6927a5b75f7526d86642cf47.pdf?ysclid=luitligo_zv258849992.
6. Черевко, В.Е. Использование государственно-частного партнерства в России: анализ преимуществ и перспектив / В.Е. Черевко, М.А. Бережных, Д.В. Малянов // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 5-2(111). – С. 198–203.
7. Market Update – 2023 Review of the European public-private partnership market in 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.eib.org/en/publications/20240030-market-update-2023>.
8. Федорова, Е.Ю. Обзор европейского рынка государственно-частного партнерства / Е.Ю. Федорова // Международный научный журнал «Вестник науки». – 2024. – Т. 4. – № 3(72). – С. 112.
9. Байтурина, Д.А. История развития государственно-частного партнерства: от истоков до современных инноваций / Д.А. Байтурина, Л.Б. Владыкина // Инновационные технологии в подготовке современных профессиональных кадров: опыт, проблемы : Сборник научных трудов. Материалы десятой Международной научно-практической конференции, Челябинск, 24 января 2019 года. – Челябинск : Челябинский филиал РАНХиГС, 2019. – С. 21–25.
10. Мониторинг проектов в сфере государственно-частного партнерства. Официальный сайт Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp.
11. Аблязов, Т.Х. Роль государства и частного сектора в реализации экономического потенциала строительной сферы / Т.Х. Аблязов, С.П. Ширшиков, Е.Б. Александрова // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7. – № 5.
12. Беляева, А.А. Сравнительный анализ механизмов формирования благоприятной предпринимательской среды для реализации проектов государственно-частного партнерства / А.А. Беляева, О.И. Светлова, Л.П. Москаленко // Московский экономический журнал. – 2024. – № 4. – С. 706–720.

References

1. Predvaritel'naya otsenka ispolneniya federal'nogo byudzheta za 2023 g. [Electronic resource]. – Access mode : https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id_4=38819-predvaritel'naya_otstenka_ispolneniya_federalnogo_byudzheta_za_2023_god.
2. Byudzheta dlya grazhdan k projektu federal'nogo zakona [Electronic resource]. – Access mode : «O federal'nom byudzhete na 2025 god i na planovyy period 2026 i 2027 godov» URL: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=309325-byudzheta_dlya_grazhdan_k_proektu_federalnogo_zakona_o_federalnom_byudzhete_na_2025_god_i_na_planovyi_period_2026_i_2027_godov.
3. Cherevko, V.Ye. Napravleniya gosudarstvennogo regulirovaniya sovremennoy Rossiyskoy ekonomiki / V.Ye. Cherevko // *Sovremennyye podkhody k transformatsii kontseptsii gosudarstvennogo regulirovaniya i upravleniya v sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh : sbornik nauchnykh trudov 13-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Kursk, 27–28 fevralya 2024 goda. – Kursk : ZAO «Universitetskaya kniga», 2024. – S. 241–244.
4. Investitsii v infrastrukturu i GCHP 2023. Analiticheskiy obzor [Electronic resource]. – Access mode : <https://rosinfra.ru/library/956-investitsii-v-infrastrukturu-i-g-ch-p2023-analiticheskii-obzor?ysclid=lu5psjyyym59149262>.
5. Osnovnyye trendy i statistika rynka GCHP po itogam 2023 goda. Analiticheskiy daydzhest [Electronic resource]. – Access mode : https://pppcenter.ru/upload/iblock/b0f/b0fcbdbe6927a5b75f7526d86642cf47.pdf?ysclid=luit1igo_zv258849992.
6. Cherevko, V.Ye. Ispol'zovaniye gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v Rossii: analiz preimushchestv i perspektiv / V.Ye. Cherevko, M.A. Berezhnykh, D.V. Malyanov // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. – 2024. – №. 5-2(111). – S. 198–203.
7. Market Update – 2023 Review of the European public-private partnership market in 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.eib.org/en/publications/20240030-market-update-2023>.
8. Fedorova, Ye.YU. Obzor yevropeyskogo rynka gosudarstvenno-chastnogo partnerstva / Ye.YU. Fedorova // *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Vestnik nauki»*. – 2024. – T. 4. – № 3(72). – S. 112.
9. Bayturina, D.A. Istoriya razvitiya gosudarstvenno-chastnogo partnerstva: ot istokov do sovremennykh innovatsiy / D.A. Bayturina, L.B. Vladykina // *Innovatsionnyye tekhnologii v podgotovke sovremennykh professional'nykh kadrov: opyt, problemy : Sbornik nauchnykh trudov. Materialy desyatoy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Chelyabinsk, 24 yanvarya 2019 goda. – Chelyabinsk : Chelyabinskii filial RANKhiGS, 2019. – S. 21–25.
10. Monitoring projektov v sfere gosudarstvenno-chastnogo partnerstva. Ofitsial'nyy sayt Minekonomrazvitiya Rossii [Electronic resource]. – Access mode : https://www.economy.gov.ru/material/departments/d22/gosudarstvenno_chastnoe_partnerstvo/monitoring_proektov_v_sfere_gchp.
11. Ablyazov, T.KH. Rol' gosudarstva i chastnogo sektora v realizatsii ekonomicheskogo potentsiala stroitel'noy sfery / T.KH. Ablyazov, S.P. Shirshikov, Ye.B. Aleksandrova // *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal*. – 2022. – T. 7. – № 5.
12. Belyayeva, A.A. Sravnitel'nyy analiz mekhanizmov formirovaniya blagopriyatnoy predprinimatel'skoy sredy dlya realizatsii projektov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva / A.A. Belyayeva, O.I. Svetlova, L.P. Moskalenko // *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal*. – 2024. – №. 4. – S. 706–720.

УДК 658.562.64

В.С. БУРЫЛОВ¹, С.С. ДЫМНЫЙ², М.И. КИРСАНОВА², Э.Э. МАМЕДОВ²¹Северо-Западный институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»;²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург

РАЗВИТИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ЭКОНОМИКИ КАЧЕСТВА

Ключевые слова: оптимизация; система; устойчивое развитие; экономика качества.

Аннотация. Актуальность исследования состоит в значимости экономических вопросов при управлении качеством. Цель исследования заключается в определении направлений дальнейшего развития фундаментальных основ экономики качества в современных условиях, в частности, устойчивого развития общества. Задачи: анализ современных тенденций устойчивого развития, оказывающих влияние на экономические вопросы в области качества; формирование основных направлений развития теории экономики качества устойчивого развития. В данной работе авторами подтвердилась гипотеза выявления основных направлений развития теоретических и методологических основ теории экономики качества в условиях устойчивого развития общества. Основой исследования выступили общенаучные методы познания, такие как методы логики, анализа, классификации, обобщений, оптимизации. В результате авторами сформулированы направления современного развития науки экономики качества устойчивого развития, определены основные категории и модели оптимизации качества.

Введение

Сегодня акцентируется внимание на вопросах социального характера, связанных с качеством жизни человека, вопросах экологии, роста доходности и в целом устойчивого развития в соответствии с Концепцией устойчивого развития (англ. *sustainable development*)

при необходимости сбалансированного развития экономической, социальной и экологической составляющих и преодоления экономических угроз, нехватки ресурсов и социальной несправедливости.

В управленческом аспекте происходит растущая значимость роли менеджмента в таких его направлениях, как менеджмент качества, риск-менеджмент, проектный и стратегический менеджмент. Все указанные тенденции влияют на экономические проблемы в области качества, которые рассматривает наука экономики качества.

Поставленные Президентом РФ стратегические цели, включающие дальнейший рост устойчивого развития и качества жизни человека, возможно достигнуть только при высоком качестве развития общества, отвечающего требованиям населения, организаций и сообществ. Одним из главных направлений для выполнения стратегических целей в условиях ограниченных ресурсов является решение вопросов экономики качества.

Базовые основы экономики качества были заложены в прошлом веке в трудах многих ученых, среди которых одной из первых явилась работа по экономическому контролю качества промышленной продукции У.А. Шухарта. Далее Дж.М. Джураном был издан справочник по управлению качеством с введенной категорией «стоимости качества» (*cost of quality*) как первым упоминанием об экономических категориях качества. Значимой вехой выступили работа А. Фейгенбаума по контролю качества продукции с классификацией затрат на качество и работа Ф.Б. Кросби по формированию качества без затрат. Современные аспекты экономики качества освящены в трудах Дж. Компанеллы. Особо следует отметить

успехи в развитии отечественной школы экономики качества, которая начала формироваться советскими учеными, в частности Е.М. Карликом, Д.С. Демиденко [4], а в настоящее время развивается в трудах академика РАН В.В. Окрепилова [10].

Становление экономики качества происходило в ходе развития следующих этапов:

1) формирование экономических вопросов контроля в производстве, внедрение статистического контроля, связанного с более низкими затратами;

2) усиление комплексного анализа и управления затратами на качество, создание систем управленческого учета;

3) перемещение акцента на формирование эффективности систем менеджмента качества;

4) настоящий этап совершенствования системы экономики качества в рамках концепции Всеобщего управления качеством (*TQM*) для сбалансированного устойчивого развития общества.

Впервые проблема качества устойчивого развития поставлена академиком РАН, профессором, доктором экономических наук В.В. Окрепиловым [9], которым отмечена необходимость изучения качества экономической, социальной и экологической деятельности. Эти идеи развивались в последующих работах В.В. Окрепилова [8], Е.А. Горбашко [3], Г.Н. Ивановой [5], Т.И. Леоновой [6], М.И. Варфоломеевой [2] и других.

Тем не менее вопросы экономики качества устойчивого развития еще полностью не решены и требуют новых разработок. Учитывая общественные тенденции, важно дальнейшее развитие фундаментальных основ теории экономики качества устойчивого развития, которые необходимы при решении практических задач повышения качества во всех областях общественного производства.

Результаты

Экономическая наука, как известно, изучает общественные экономические отношения в ходе производства, распределения и потребления различных благ. Этому должна отвечать и наука «Экономика качества», являющаяся обособленной составляющей экономической науки, предмет которой включает изучение

влияния качества различных объектов на экономические отношения, проявляющиеся в рыночных моделях производства, распределения и потребления.

Теоретические составляющие любой науки связаны с установлением категорий и понятий, выявлением законов, закономерностей, механизмов, взаимосвязей, определением инструментов для практического применения научных положений. Экономика качества также включает экономические категории и понятия, взаимосвязи и закономерности, экономические механизмы в области исследования. В практическом аспекте фундаментальные теоретические положения науки экономики качества должны способствовать нахождению наилучших решений по формированию высокого качества деятельности организаций для удовлетворенности потребителей с учетом экономических вопросов, то есть при минимальных ресурсах и высокой эффективности деятельности. Целевая задача науки экономики качества связана с достижением такого качества, приемлемого как для потребителей, так и для всех заинтересованных сторон сферы производства, распределения, потребления, для процветания общества с оптимальными затратами и ресурсами.

В трудах М.С. Бабарина [1], Т.И. Леоновой [6], Э.Э.о. Мамедова [7] в рамках развития отечественной школы экономики качества представлена многомерная система элементов экономики качества, комплексно включающая три признака: признак объектов качества как носителей качества (это продукты, процессы, деятельность, системы, явления и подобное); признак направлений в области *TQM* (менеджмент качества, стандартизация, метрология и другое); самый главный признак экономических категорий – затрат, результатов, эффективности, связанных с качеством.

Учитывая актуальность и значимость устойчивого развития общества в целях дальнейшего развития науки экономики качества, предлагается рассмотреть такую ее часть, которую можно обозначить как экономику качества устойчивого развития (*ЭК УР*) как самостоятельного научного направления, изучающего экономическую, социальную и экологическую деятельность, а также с учетом появления нового индекса *ESG* (*E*-экология, *S*-социум и *G*-управление), дополнительно

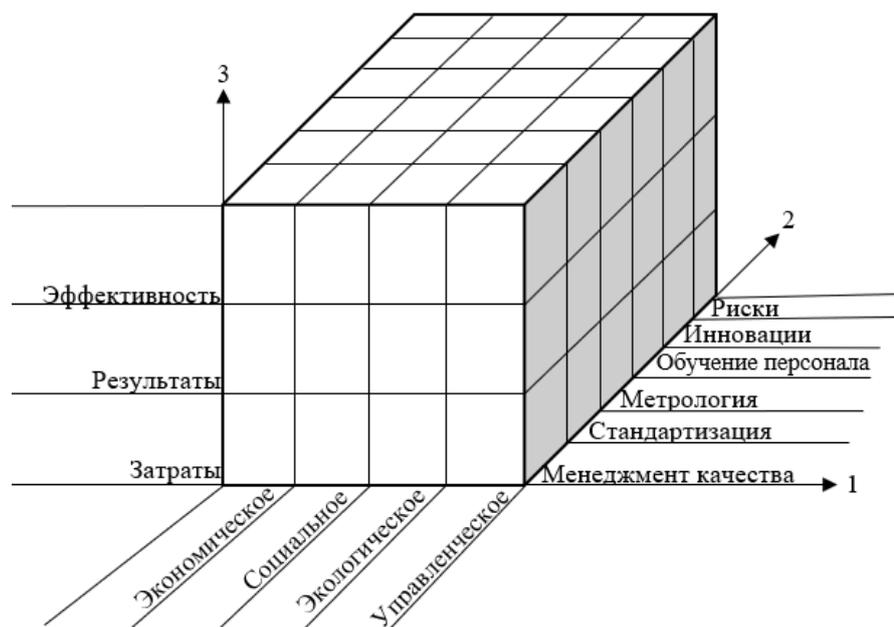


Рис. 1. Графическое изображение элементов системы экономики качества устойчивого развития (авторский рисунок)

включающего еще и управленческие действия для экономического анализа качества УР. Ключевой категорией ЭК УР будет категория качества устойчивого развития, которую можно определить как соответствие характеристик устойчивого развития заданным заинтересованными сторонами нормам и которая будет состоять из четырех видов качества деятельности: экономической, социальной, экологической и управленческой как составляющих объектов качества.

В развитие вышеуказанной общей системы экономики качества предлагается выделить ее часть, которую можно обозначить как систему экономики качества устойчивого развития в виде трехмерного пространства в таких координатах, как: 1) координата объектов качества, которыми будут выступать такие объекты, как экономическая, социальная, экологическая и управленческая деятельность, являющиеся составляющими устойчивого развития; 2) координата направлений *TQM*, которые могут реализовываться внутри каждой деятельности объекта качества (менеджмент качества, стандартизация и метрология, развитие человеческого капитала, инновации и риски качества); 3) координата экономических категорий, которые могут включать экономические кате-

гории (издержки, результаты и эффективность) каждого вида деятельности и соответствующего направления *TQM*.

Графически систему ЭК УР можно представить на рис. 1.

Видно, что система ЭК УР включает множество отдельных элементов, каждый из которых может рассматриваться самостоятельно и иметь свои характерные особенности и показатели, например, могут рассматриваться затраты экономического направления деятельности в области менеджмента качества или стандартизации и т.д.

Так как экономика качества устойчивого развития – это часть экономической науки, следовательно, она должна анализировать экономические отношения, стоимостные категории и показатели, поэтому в первую очередь важно определить стоимостные категории затрат, результатов, эффективности вследствие изменения качества устойчивого развития.

Затраты на качество неизменно вызывают вопросы, а затраты на качество устойчивого развития (УР) также еще недостаточно подробно рассмотрены в научной литературе. Основной принцип выделения таких затрат будет состоять в том, что качество представляется как некий внешний фактор, изменяющий за-

траты, и/или когда появляется некая специальная функция деятельности, обусловленная изменением или измерением качества. В связи с этим затраты на качество УР имеют природный характер, обусловленный деятельностью в области качества, то есть как дополнительные затраты. Затраты на качество УР будут включать затраты на качество по всем составляющим экономической, социальной, экологической и управленческой деятельности. Тот же самый принцип может быть применен при рассмотрении результатов (эффектов), связанных с качеством УР. Соотношение эффектов с ресурсами (затратами), необходимыми на получение данных эффектов, будет показывать эффективность.

Экономическая сущность затрат на качества по любому виду деятельности УР будет состоять в том, что они могут включать текущие затраты, обусловленные постоянно выполняемыми функциями в области качества, а также возникающими денежными потерями вследствие отклонений от установленных показателей качества. Примером текущих затрат экономической деятельности являются потери от бракованных изделий, рекламаций: для социальной деятельности такими затратами выступают дополнительные выплаты, связанные с нарушением процессов труда; в экологической деятельности – это штрафы и потери от нарушений экологической деятельности; в управленческой деятельности – это потери от неверных решений. Для оптимизации затрат на качество проводятся различные мероприятия, которые требуют инвестиций. Инвестиции могут быть реализованы в любой области деятельности. Результатными эффектами могут выступать, с одной стороны, снижение потерь от несоответствий, а с другой стороны, некоторые дополнительные эффекты, связанные с повышением качества УР. Например, в экономической деятельности эффект может быть связан с повышением цен на продукцию улучшенного качества; в социальной – это рост производительности труда; в экологической – рост имиджа и статуса зеленого производства, которые имеют ряд предпочтений; в управленческой деятельности это синергетический эффект роста общей эффективности производства.

Таким образом, механизм ЭК УР и его экономическая модель будут состоять во взаимном влиянии элементов потерь от низкого качества,

объема инвестиций на качество, эффектов от снижения потерь и других эффектов, в конечном итоге определяющих эффективность инвестиций в мероприятия по обеспечению или улучшению качества УР. Тем не менее имеются аспекты, связанные со взаимосвязями видов деятельности, имеющими характер сложных связей, которые можно раскрыть, например, при анализе когнитивных схем.

В целом модель оптимизации в области качества УР определяет нахождение оптимального качества устойчивого развития для удовлетворенности всех заинтересованных сторон УР. Оптимизационная задача получения наилучшего комплексного уровня качества УР в условиях ресурсных ограничений будет иметь вид:

$$v_1\mathcal{E} + v_2S + v_3E + v_4G \rightarrow \max, \quad (1)$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned} p_{11}\mathcal{E} + p_{12}S + p_{13}E + p_{14}G &\leq P_1; \\ &\dots \\ p_{j1}\mathcal{E} + p_{j2}S + p_{j3}E + p_{j4}G &\leq P_j; \\ &\dots \\ p_{m1}\mathcal{E} + p_{m2}S + p_{m3}E + p_{m4}G &\leq P_M; \\ \mathcal{E}, S, E, G &\geq 0, \end{aligned}$$

где \mathcal{E}, S, E, G – показатели качества УР по составляющим; v – коэффициент значимости показателей качества УР по составляющим; P – величины ограничений объемов ресурсов по видам $J = 1, M$; P_{ij} – удельные величины ресурсов.

Значимость удельных весов определяется экспертным путем и показывает приоритеты важности. Решением задачи будет нахождение оптимальной величины уровня качества УР в условиях ресурсных ограничений.

Заключение

В статье представлены результаты, определяющие развитие фундаментальных основ экономики качества в области устойчивого развития общества, включающие:

- формирование многомерной системы ЭК УР;
- установление принципов выделения затрат и результатов управления качеством устойчивого развития и механизма взаимосвязи

категорий ЭК УР; чества УР в условиях ресурсных ограни-
– разработку модели оптимизации ка- чений.

Список литературы

1. Бабарин, М.С. Формирование экономической модели стратегии качества организации : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05 / М.С. Бабарин. – Санкт-Петербург, 2014. – 385 с.
2. Варфоломеева, М.Ю. Принципы менеджмента качества устойчивого развития территориально-административных образований / М.Ю. Варфоломеева // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 11(77). – С. 67–70.
3. Горбашко, Е.А. Формирование стратегии качества устойчивого развития организации / Е.А. Горбашко, М.В. Утевская // Стандарты и качество. – 2024. – № 8. – С. 98–103.
4. Демиденко, Д.С. Затраты на обеспечение и повышение качества продукции. Их классификация / Д.С. Демиденко, Е.М. Карлик, В.М. Шкловский // Стандарты и качество. – 1977. – № 8. – С. 27–31.
5. Иванова, Г.Н. Система менеджмента устойчивого развития – возможна ли она? / Г.Н. Иванова, И.В. Чудиновских, А.В. Солдатова // Стандарты и качество. – 2023. – № 9. – С. 28–33.
6. Леонова, Т.И. Оценка устойчивого развития регионов в условиях цифровизации / Т.И. Леонова, В.С. Бурыйлов // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 11(125). – С. 167–170.
7. Мамедов, Э.Э.о. Формирование моделей экономического управления качеством для обеспечения устойчивого развития организации: диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05 / Э.Э.о Мамедов. – Санкт-Петербург, 2020. – 346 с.
8. Окрепилов, В.В. Обеспечение устойчивого развития экономических агентов методами менеджмента качества в эпоху цифровизации / В.В. Окрепилов, А.В. Бабкин, Н.В. Злобина, С.Н. Кузьмина, Т.А. Салимова // Экономическая наука современной России. – 2021. – № 2(93). – С. 81–100.
9. Окрепилов, В.В. Устойчивое развитие административно-территориальных образований на основе экономики качества / В.В. Окрепилов // Экономика качества. – 2014. – № 2(6). – С. 3–7.
10. Окрепилов, В.В. Экономика качества / В.В. Окрепилов. – СПб : Наука, 2011. – 632 с.

References

1. Babarin, M.S. Formirovaniye ekonomicheskoy modeli strategii kachestva organizatsii : dissertatsiya ... doktora ekonomicheskikh nauk : 08.00.05 / M.S. Babarin. – Sankt-Peterburg, 2014. – 385 s.
2. Varfolomeyeva, M.YU. Printsipy menedzhmenta kachestva ustoychivogo razvitiya territorial'no-administrativnykh obrazovaniy / M.YU. Varfolomeyeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2017. – № 11(77). – S. 67–70.
3. Gorbashko, Ye.A. Formirovaniye strategii kachestva ustoychivogo razvitiya organizatsii / Ye.A. Gorbashko, M.V. Utevsкая // Standarty i kachestvo. – 2024. – № 8. – S. 98–103.
4. Demidenko, D.S. Zatraty na obespecheniye i povysheniye kachestva produktsii. Ikh klassifikatsiya / D.S. Demidenko, Ye.M. Karlik, V.M. Shklovskiy // Standarty i kachestvo. – 1977. – № 8. – S. 27–31.
5. Ivanova, G.N. Sistema menedzhmenta ustoychivogo razvitiya – vozmozhna li ona? / G.N. Ivanova, I.V. Chudinovskikh, A.V. Soldatova // Standarty i kachestvo. – 2023. – № 9. – S. 28–33.
6. Leonova, T.I. Otsenka ustoychivogo razvitiya regionov v usloviyakh tsifrovizatsii / T.I. Leonova, V.S. Burylov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 11(125). – S. 167–170.
7. Mamedov, E.E.o. Formirovaniye modeley ekonomicheskogo upravleniya kachestvom dlya obespecheniya ustoychivogo razvitiya organizatsii: dissertatsiya ... doktora ekonomicheskikh nauk :

08.00.05 / E.E.o Mamedov. – Sankt-Peterburg, 2020. – 346 s.

8. Okrepilov, V.V. Obespecheniye ustoychivogo razvitiya ekonomicheskikh agentov metodami menedzhmenta kachestva v epokhu tsifrovizatsii / V.V. Okrepilov, A.V. Babkin, N.V. Zlobina, S.N. Kuz'mina, T.A. Salimova // Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii. – 2021. – № 2(93). – S. 81–100.

9. Okrepilov, V.V. Ustoychivoye razvitiye administrativno-territorial'nykh obrazovaniy na osnove ekonomiki kachestva / V.V. Okrepilov // Ekonomika kachestva. – 2014. – № 2(6). – S. 3–7.

10. Okrepilov, V.V. Ekonomika kachestva / V.V. Okrepilov. – SPb : Nauka, 2011. – 632 s.

© В.С. Бурьлов, С.С. Дымный, М.И. Кирсанова, Э.Э. Мамедов, 2024

УДК 338.45:330.341

А.А. ЗАЛЯЛИЕВ, Э.В. БАРДАСОВА

Казанский кооперативный институт (филиал) АНОО ВО Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», г.Казань

СОСТОЯНИЕ РЕСУРСНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ключевые слова: динамика; объем производства; пищевая отрасль; Республика Татарстан; ресурсная обеспеченность; сельскохозяйственная продукция; устойчивое развитие.

Аннотация. Цель – предоставить результаты оценки ресурсной обеспеченности пищевой отрасли Республики Татарстан (РТ). Задачи: определить виды ресурсов, являющихся основой ресурсного потенциала отрасли; привести динамику изменения объемов производства сельскохозяйственной продукции в РТ. Гипотеза: обеспечение ресурсами пищевой отрасли РТ будет результативнее при наращивании объемов производства сельскохозяйственной продукции. Методы: статистический анализ, оценка динамики производства ресурсов. Результаты: обоснована роль сельхозпродукции в ресурсной базе пищевой отрасли; охарактеризована динамика производства животноводческой и растениеводческой продукции; выявлена обеспеченность более чем на 100 % пищевой отрасли РТ такими ресурсами, как подсолнечное масло, молоко, сахар.

Пищевая отрасль в современной экономике выступает источником продовольственной безопасности как на региональном уровне, так и в разрезе страны. В свою очередь, для устойчивого функционирования рассматриваемой отрасли важной является ее ресурсная обеспеченность, в частности тенденции изменения экономических характеристик по видам ресурсов для последующего прогнозирования ее ресурсного потенциала. Проблемой является выделение категорий ресурсов, которые впоследствии войдут в модели прогнозирования потенциала, при том что выделенные категории или виды ресурсов должны подвер-

гаться статистическому учету для выявления трендов развития пищевой отрасли и экономико-математического описания потенциала ее развития. В данном исследовании решается задача выделения видов ресурсов и представления динамики изменения их экономических показателей, влияющих на ресурсную обеспеченность пищевой отрасли на примере Республики Татарстан.

Содержание категории ресурсного потенциала, из которого становятся понятными группы ресурсов, необходимые для оценки ресурсной обеспеченности отрасли, наиболее полно исследовано в работе Е.А. Алпеевой, где производится систематизация определений данной категории. Большинство приведенных автором определений имеет общие черты, связанные с обеспеченностью ресурсами как материального, так и природного характера, в последнем случае производится выделение земельных, минеральных, лесных и других ресурсов, а также их количество и пространственное распределение [1]. Следует отметить, что определения являются общими и конкретизируются в зависимости от уровня рассматриваемого объекта исследования (регион, отрасль, предприятие), что требует в каждом случае адекватного целям исследования набора индикаторов. Однако в изысканиях подчеркиваются важность ресурсной обеспеченности хозяйствующих систем как источника их конкурентоспособности и необходимость оптимизации ресурсов [2].

Рассматривая структуру промышленности РТ, можно отметить, что по удельному весу товаров в валовом продукте в 2023 г. закономерно лидируют нефтедобыча (23,7 %), машиностроение (23,1 %), нефтепереработка (20,8 %), нефтехимия (15,0 %), а изучаемая пищевая промышленность входит в состав «про-

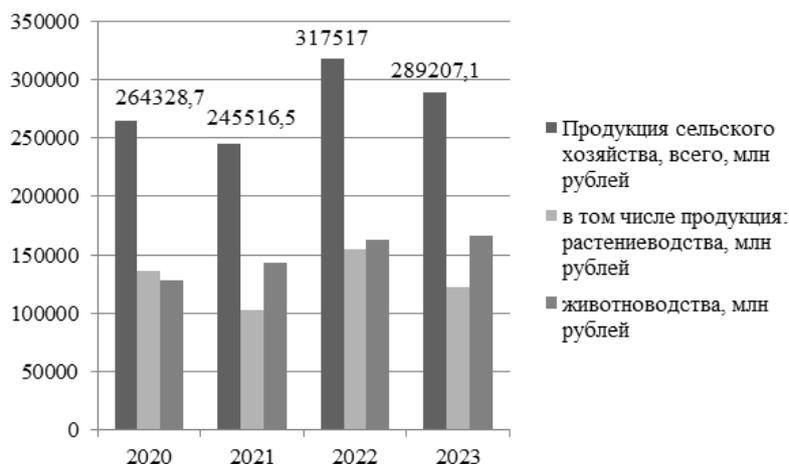


Рис. 1. Основные показатели сельского хозяйства как источника ресурсов для пищевой отрасли (составлено авторами по данным [4])

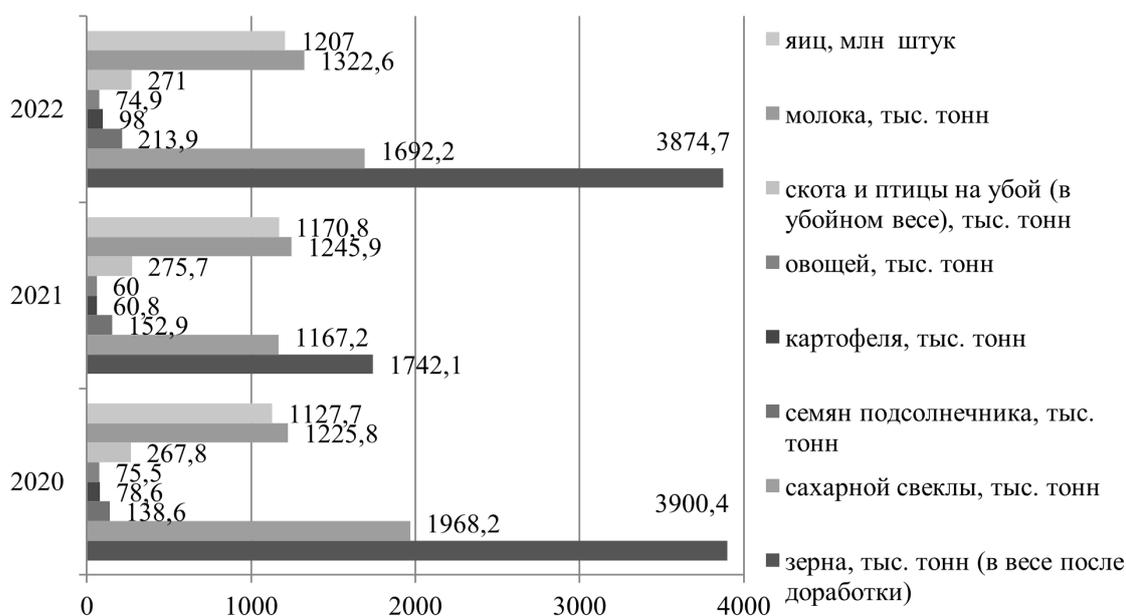


Рис. 2. Обеспеченность пищевой отрасли отдельными видами сельскохозяйственных ресурсов (составлено авторами по данным [5])

чье» [4; 5]. Опыт государственной поддержки, частного, венчурного, совместного инвестирования, лизинга, симбиоза научных разработок и промышленного внедрения инноваций хорошо развит в ведущих отраслях РТ – нефтехимии и переработке нефтепродуктов [3]. Одним из направлений наращивания ресурсной обеспеченности в пищевой отрасли выступает совершенствование инвестиционной политики

в рамках производства и переработки продукции сельхозпроизводителей в продовольственные изделия, внедрение которой служит основой для повышения обеспеченности отрасли сельхозпродукцией.

Основным источником ресурсной обеспеченности пищевой отрасли остается сельское хозяйство. Динамика по статистической группе «основные показатели сельского хозяйства»

представлена на рис. 1.

Согласно рис. 1 наибольший скачок обеспеченности ресурсами в целом по группе показателей сельского хозяйства произошел в 2022 г. относительно 2021 г., когда объем всей произведенной сельхозпродукции в денежном выражении возрос на 29,32 %; по продукции животноводства прирост составил 50,89 %; растениеводства – 13,91 %. По данным на 2023 г. произошло некоторое снижение денежного объема произведенной сельхозпродукции за счет группы растениеводства, чувствительной к погодным условиям, при том что по группе животноводства наблюдался рост.

Динамика по отдельным видам ресурсов за 2020–2022 гг. представлена на рис. 2.

Согласно рис. 2 наибольшая обеспеченность по видам ресурсов в тыс. тонн регистрируется для зерновой продукции, несмотря на существенное падение объемов ее производства в 2021 г. на 55,34 % от объемов 2020 г. К 2022 г. происходит выравнивание и прирост производства зерна на 22,42 % относительно предшествующего периода. Аналогично по объемам производства свеклы (источника сахара) в 2021 г. наблюдался спад на 40,70 % по сравнению с объемами года ранее, но с полным возвращением уровня производства в 2022 г., когда отмечен его рост на 44,98 %.

Похожий тренд наблюдается и для производства картофеля – спад на 22,65 % в 2021 г. к 2020 г., прирост на 61,18 % в 2022 г. к 2021 г.; овощей – сокращение производства на 20,53 % в 2021 г. к 2020 г., возвращение объемов производства на 24,83 % в 2022 г. к 2021 г. В части производства семян подсолнечника регистрировался восходящий тренд вследствие роста на 10,32 % в 2021 г. и на 39,89 % в 2022 г. относительно 2020 г. и 2021 г. соответственно. Выявленные колебания обусловлены комплексом макрофакторов, но в первую очередь природно-метеорологическими условиями, влияю-

щими на результативность выращивания продукции растениеводства. В целом тенденции изменения объемов производства по отдельным видам ресурсов повторяют динамику по группе продукции растениеводства, представленной на рис. 1.

Что касается ресурсов для пищевой отрасли со стороны животноводства (рис. 2), то наблюдается слабо отрицательная тенденция в части объемов производства скота на убой (+2,94 % в 2021 г., –1,70 % в 2022 г.); практически стабильный прирост производства яиц (+3,82 % в 2021 г., +3,09 % в 2022 г.); позитивный тренд в части объемов производства молока (+1,64 % в 2021 г., +6,16 % в 2022 г.). При этом ресурсная обеспеченность пищевой отрасли РТ 2024 г. по мясу достигает 100 %, молоку – свыше 150 %, сахару – более 200 %, подсолнечному маслу – превышает потребности в семь раз [6], что позволяет производить экспорт сельскохозяйственной продукции в другие регионы. Однако проблемой остается глубокая переработка существующих в регионе сельскохозяйственных ресурсов для последующего экспорта не только сырьевой составляющей, но и конечных потребительских товаров.

Таким образом, в данном исследовании рассмотрена ресурсная обеспеченность пищевой отрасли РТ со стороны группы продукции сельского хозяйства, в частности групп растениеводства и животноводства. Отмечено, что, несмотря на колебания динамики производства отдельных видов растительного сырья для пищевой отрасли, наблюдается восходящая тенденция по производству сахарной свеклы, семян подсолнечника и животноводческой продукции, обеспечивающих такими ресурсами, как подсолнечное масло, молоко, сахар, пищевую отрасль РТ в полном объеме. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку состояния таких ресурсов, как человеческий капитал и производственный потенциал отрасли.

Список литературы

1. Алпеева, Е.А. Ресурсный потенциал как способ повышения эффективности функционирования промышленных предприятий / Е.А. Алпеева, В.С. Краснобаева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 113–120.
2. Глазов, М.М. Обеспечение условий для формирования системы управления конкурентоспособностью хозяйствующих субъектов / М.М. Глазов, Т.М. Редькина, М.А.М. Багаш // Глобальный научный потенциал. – 2021. – № 2(119). – С. 173–175.
3. Мухутдинова, Т.З. Государственная научно-техническая и инновационная политика, вен-

чурное финансирование в НГХК : Учебное пособие / Т.З. Мухутдинова, Е.А. Сергеева. – Казань : КНИТУ, 2013. – 172 с.

4. Республика Татарстан, краткий статистический сборник. – Казань, 2024. – 37 с.
5. Республика Татарстан, статистический сборник 2022. – Казань, 2023. – 294 с.
6. Татарстан в полном объеме обеспечивает себя основными видами сельхозпродукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://agrarnayanauka.ru/tatarstan-v-polnom-obeme-obespechivaet-sebya-osnovnymi-vidami-selhozprodukczii>.

References

1. Alpeyeva, Ye.A. Resursnyy potentsial kak sposob povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya promyshlennykh predpriyatiy / Ye.A. Alpeyeva, V.S. Krasnobayeva // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – 2022. – № 1. – S. 113–120.
2. Glazov, M.M. Obespecheniye usloviy dlya formirovaniya sistemy upravleniya konkurentosposobnost'yu khozyaystvuyushchikh sub'yektov / M.M. Glazov, T.M. Red'kina, M.A.M. Baggash // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2021. – № 2(119). – S. 173–175.
3. Mukhutdinova, T.Z. Gosudarstvennaya nauchno-tekhnicheskaya i innovatsionnaya politika, venchurnoye finansirovaniye v NGKHK : Uchebnoye posobiye / T.Z. Mukhutdinova, Ye.A. Sergeeva. – Kazan' : KNIU, 2013. – 172 s.
4. Respublika Tatarstan, kratkiy statisticheskiy sbornik. – Kazan', 2024. – 37 s.
5. Respublika Tatarstan, statisticheskiy sbornik 2022. – Kazan', 2023. – 294 s.
6. Tatarstan v polnom ob'yeme obespechivayet sebya osnovnymi vidami sel'khozprodukcii [Electronic resource]. – Access mode : <https://agrarnayanauka.ru/tatarstan-v-polnom-obeme-obespechivaet-sebya-osnovnymi-vidami-selhozprodukczii>.

© А.А. Залялиев, Э.В. Бардасова, 2024

УДК 332.2

Е.А. КИРИЛЛОВА

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ УЧАСТНИКОВ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ОСНОВА АНАЛИЗА ЕЕ РАЗВИТИЯ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ключевые слова: анализ инновационных компетенций социально-экономических субъектов; инструменты стратегического анализа; концепция динамических способностей; оценка инновационной экосистемы; угрозы экономической безопасности.

Аннотация. Локализация экосистемных формирований как точек роста инновационных процессов внутри страны выделяется как один из приоритетов национальной экономической безопасности. Инновационные экосистемы на современном этапе объединяют ресурсы и способности не только разного объема и сложности получения, но и разной степени проявленности, перспектив развития. В связи с этим в рамках данного исследования была поставлена цель разработки подхода к оценке возможностей инновационной экосистемы на основе изменений ее участников. Для достижения данной цели одной из задач являлся учет современных угроз внешней среды и специфики их проявлений. Было предложено опираться на совокупность ресурсов и способностей участников с разными взаимодополняющими и невзаимоисключающими сценариями. В рамках рассматриваемого подхода оценку, помимо значимости каждого из них в разрезе взаимодействия, предлагается дополнить их специализацией, что ранее на уровне группы взаимодействующих субъектов не применялось. Также в системе оценки предлагается учитывать тип ресурсной задействованности участника.

Значительный вклад в создание добавленной стоимости в современных условиях открытых инновационных практик, специализации отдельных субъектов имеет способность к ин-

теграции и кооперационной работе [1; 2]. В ответ на вызовы и угрозы экономической безопасности государства и отдельных производственно-хозяйственных субъектов ее важность только усиливается. Создание условий для разработки и внедрения современных технологий, стимулирование инновационного развития выделяются в стратегии экономической безопасности РФ как одни из приоритетных [3]. В рамках данных задач локализация и создание интеграционных экосистемных формирований как точек роста инновационных процессов внутри страны может способствовать формированию возможностей для своевременной нейтрализации и упреждения появления угроз. В связи с этим отмечается актуальность определения отдельными предприятиями и организациями способов и инструментов наиболее эффективного использования своих ресурсов и способностей, в том числе в формах совместной работы, для максимально полного задействования и мобилизации таких возможностей со стороны нескольких участников, их взаимообогащения, дополнения, а также получения дополнительных системных эффектов в результате такой работы.

Достаточно распространенной формой реализации данной деятельности являются инновационные экосистемы [4; 5], действующие как своего рода системные интеграторы, одновременно дающие свободу участникам и позволяющие получать им эффекты от взаимодействия. В рамках инновационной экосистемы реализуются возможности представления персонифицированного и максимально полного предложения ресурсов различного вида для конечных потребителей на всех этапах инновационного процесса при сокращении затрат на их поиск и сравнение [5]. Инновационная

экосистема включает в себя различных участников, вовлеченных в пересекающиеся цепочки создания стоимости от научно-исследовательских работ, стартапов на их основе, до масштабирования производств и диффузии такого опыта. Инновационные экосистемы постоянно непрерывно меняются. Это одно из их ключевых, основополагающих свойств функционирования [4; 5]. Вместе с тем для придания направленности этим преобразованиям, организации работы по обеспечению эффективности их функционирования и диффузии положительного инновационного опыта требуется разработка инструментов мониторинга и оценки динамики этих преобразований.

Для того чтобы предвидеть изменения и активно подстраивать степень и объем задействования мобилизованных в рамках инновационной экосистемы ресурсов и компетенций и, следовательно, максимизировать ее результативность, требуется комплексный анализ их состояния, отражающий в том числе динамику и направление их трансформации. *VRIO*-профиль взаимодействия позволяет описать вклад совокупности уникальных ресурсов и компетенций участников в создаваемых в рамках экосистемы продуктах, работах, услугах. При оценке обеспеченности процессов создания и реализации инновации в рамках экосистемы необходимо учитывать специализацию отдельных участников взаимодействия, определяемую в том числе как вклад совокупности их уникальных ресурсов и компетенций в результат взаимодействия. В связи с этим процедуру формирования *VRIO*-профиля предлагается дополнить оценкой уровня специализации каждого из участников.

В рамках данного подхода предлагается распределить всех реальных и потенциальных участников инновационной экосистемы по группам на основе следующих критериев – локализации ресурсов и способностей, производительности труда и динамичности развития, а также учесть специфику реализации инновационного процесса в регионе локализации субъекта и время «отклика» на управляющие воздействия в нем [5]. Данные группы критериев достаточно часто используются учеными и практиками при оценке специализации регионов и выделении значимых кластерных групп [6]. В процедуре оценки специализации региона также присутствует четвертый критерий, который может быть применен и

для отдельных участников инновационных экосистем, но его вклад в систему оценивания, скорее, приведет к снижению объективности. В свою очередь, сведений о локализации ресурсов в рамках участника в связи с меньшими по сравнению с регионами масштабами может быть вполне достаточно. В рамках локализации в данном случае предлагается оценить, какую долю составляют уникальные ресурсы субъекта в общем их объеме в стране. Он позволяет выделить тот набор ресурсов, на котором данный участник инновационной экосистемы специализируется. Производительность труда отражает уровень заработной платы в отрасли участника, а динамика развития – то, с какой скоростью растет численность занятых участников в разрезе отрасли [7].

В рамках приоритетов экономической безопасности на современном этапе при проведении *VRIO* анализа ресурсного профиля взаимодействия предлагается дополнительно использовать такие характеристики, как вероятность наличия ресурса при возникновении в нем потребности, а также скорость изменения ситуации с определенным ресурсом. При этом параллельно к статической типологии участников инновационной экосистемы в зависимости от стратегической значимости ресурсов и компетенций целесообразным представляется проведение их анализа в разрезе сценария их развития. Информация о реальных и потенциальных сценариях задействования ресурсов, а также вероятность реализации угрозы его изменений позволят проактивно сформировать основу для оценки динамики инновационных изменений в экосистеме.

Можно утверждать, что инновационная экосистема объединяет ресурсы и способности не только разного объема и сложности получения, но и разной степени проявленности и перспектив развития. Анализ отношений между участниками экосистемы и организационной динамики, а также получаемых сетевых эффектов от взаимодействий позволяет сформировать следующие сценарии ресурсного развития: зарождающийся, дополняющий (поддерживающий), нейтрализующий, угасающий. Вследствие этого ресурсные возможности экосистемы в целом предлагается определять, основываясь на интеграции динамических способностей участников с разными взаимодополняющими и невзаимоисключающими сценариями.

При решении данной задачи предполагается определение среди всех групп реальных и потенциальных взаимодействий субъектов тех, результат которых будет иметь наибольшее и наименьшее отклонение результативного показателя от целевых. Первые имеют потенциал наибольшего роста и одновременно угрозу реализации риска распада взаимодействия. Вторые определяют возможности получения стабильных выгод, но в стратегический перспективе их рост главным образом обуславливается масштабированием. Здесь управленческие усилия и ресурсы концентрируются на росте эффективности взаимодействия при реализации инновационного процесса, минимизации издержек производственно-хозяйственных процессов всех уровней и оптимизации такого взаимодействия. Для определения величин дисбалансов отдельных пар участников предлагается использовать следующую формулу:

$$disb_m^i = \sum_{i=1}^I \left(\prod_{m=1}^M \Delta i \right) \cdot k^{norm},$$

где – Δi – локальные отклонения в наличии ресурсных возможностей участника по категориям; k^{norm} – весовой коэффициент группового нормирования, отражающий возможность получения (в т.ч. импортозамещения); m – номер участника инновационного процесса; n – номер ресурса.

На основе выявленных дисбалансов предполагается формирование нечетко-логических когнитивных карт, отражающих типы потенциальной ресурсной задействованности участников экосистемы с учетом динамики и направлений их изменений, а также вероятности

неполучения ресурса. Отношения причинности между каждой парой концептов определяются системными факторами и выражаются в значениях весовых коэффициентов.

Таким образом, подход к анализу перспектив развития инновационной экосистемы с учетом требований экономической безопасности должен основываться на мониторинге и оценке динамики изменений ее участников. Оценка изменений состояния участников инновационной экосистемы опирается на степень и объем задействования мобилизованных в ее рамках ресурсов и компетенций, динамичный анализ их состояния. В статье описан процесс мониторинга и оценки динамики изменений отдельных элементов и субъекта в целом в рамках системы управления участниками. В рамках рассматриваемого подхода оценку состояния и изменений ресурсов и компетенций, помимо значимости каждого из них в разрезе взаимодействия, предлагается дополнить специализацией, что ранее на уровне группы взаимодействующих субъектов не применялось. Также предлагается учитывать тип ресурсной задействованности участника. Инновационная экосистема объединяет ресурсы и способности не только разного объема и сложности получения, но и разной степени проявленности и перспективы развития, в связи с чем для оценки типа ресурсных возможностей экосистемы в целом предлагается опираться на совокупность ресурсов и способностей участников с разными взаимодополняющими и непротиворечивыми сценариями. Информация о реальных и потенциальных сценариях задействования ресурсов, сформированная и представленная в когнитивных картах, а также вероятность реализации угрозы его изменений позволят проактивно сформировать основу для оценки динамики изменений.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-78-01197).

Список литературы

1. Заенчковский, А.Э. Основы использования технологий логистического управления в региональных научно-промышленных комплексах / А.Э. Заенчковский // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № 8(26). – С. 102–109.
2. Вавилова, Д.Д. Информационно-аналитическая система анализа региональных социально-экономических процессов на основе комплексного использования динамических моделей различных типов / Д.Д. Вавилова, К.В. Кетова // Прикладная информатика. – 2023. – Т. 18. – № 4(106). – С. 97–110.
3. Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420398070#7D60K4>.

4. Kalayda, S.A. Model of creating an economic ecosystem in the framework of economic convergence under the influence of digitalization / S.A. Kalayda // Journal of Applied Informatics. – 2021. – Vol. 16. – No. 6(96). – P. 28–42.
5. Дли, М.И. Перспективы формирования инновационных экосистем в промышленности / М.И. Дли, Е.А. Кириллова // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2022. – № 2(34). – С. 80–94.
6. Куценко, Е.С. Фокусировка региональной промышленной политики через отраслевую специализацию / Е.С. Куценко, В.Л. Абашкин, Е.А. Исланкина // Вопросы экономики. – 2019. – № 5. – С. 65–89.
7. С Ямала – газ, из Тулы – самовары? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://iq-media.ru/archive/461501632.html>.

References

1. Zayenchkovskiy, A.E. Osnovy ispol'zovaniya tekhnologiy logisticheskogo upravleniya v regional'nykh nauchno-promyshlennykh kompleksakh / A.E. Zayenchkovskiy // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2013. – № 8(26). – S. 102–109.
2. Vavilova, D.D. Informatsionno-analiticheskaya sistema analiza regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov na osnove kompleksnogo ispol'zovaniya dinamicheskikh modeley razlichnykh tipov / D.D. Vavilova, K.V. Ketova // Prikladnaya informatika. – 2023. – T. 18. – № 4(106). – S. 97–110.
3. Strategiya ekonomicheskoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/420398070#7D60K4>.
4. Kalayda, S.A. Model of creating an economic ecosystem in the framework of economic convergence under the influence of digitalization / S.A. Kalayda // Journal of Applied Informatics. – 2021. – Vol. 16. – No. 6(96). – P. 28–42.
5. Dli, M.I. Perspektivy formirovaniya innovatsionnykh ekosistem v promyshlennosti / M.I. Dli, Ye.A. Kirillova // Aktual'nyye problemy ekonomiki i menedzhmenta. – 2022. – № 2(34). – S. 80–94.
6. Kutsenko, Ye.S. Fokusirovka regional'noy promyshlennoy politiki cherez otraslevuyu spetsializatsiyu / Ye.S. Kutsenko, V.L. Abashkin, Ye.A. Islankina // Voprosy ekonomiki. – 2019. – № 5. – S. 65–89.
7. S Yamala – gaz, iz Tuly – samovary? [Electronic resource]. – Access mode : <https://iq-media.ru/archive/461501632.html>.

УДК 001.89:63

*К.П. КОЛОТЫРИН, К.А. ПЕТРОВ, Е.В. БОРОДАСТОВА**ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов*

ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ключевые слова: агропромышленный комплекс; внедрение; инновации; научные разработки; самообеспеченность.

Аннотация. В исследовании рассматриваются проблемы развития агропромышленного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности и влияние внедрения научных разработок научных и образовательных организаций. Целью статьи является определение ключевых направлений взаимодействия науки, образования и практического внедрения инновационного потенциала ученых. В статье особое внимание уделяется вкладу ученых аграрных вузов страны в решение продовольственной безопасности через механизмы грантовой поддержки, участие в реализации государственных программ и внедрение цифровых платформ и решений в комплексное развитие агропромышленного комплекса. В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что значение мер повышения эффективности государственной поддержки внедрения научных разработок в реальный сектор повышается, а эффективность производства повышается, что сказывается на решении задач продовольственной безопасности страны.

Введение

Развитие агропромышленного комплекса и сельского хозяйства в частности за последние пару лет происходит в сложной социально-экономической ситуации в стране и при геополитическом давлении в мире, что вызывает трансформацию механизмов регулирования аграрной сферы, нестабильные международные связи в поставках продовольствия и усложне-

ние всей макроэкономической ситуации в отрасли. Влияние внешних и внутренних факторов нестабильной экономики (колебания курса валют, высокие показатели инфляции, снижение реальных доходов населения, нерегулярность поставок технических средств и комплектующих и прочие) оказывают негативное влияние на развитие отраслей агропромышленного комплекса, обостряют проблемные места. Однако, несмотря на неблагоприятные условия, отечественный агропром показывает возрастающий уровень самообеспеченности страны основными видами сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, увеличение доли импортозамещения отечественными категориями товаров и увеличение экспорта (табл. 1).

Развитие отечественного сельского хозяйства, его зависимость от внешнеполитических и внешнеэкономических связей остаются достаточно значительной проблемой. Но, несмотря на влияющие факторы, динамика развития остается положительной. За анализируемый период российским аграриям удалось повысить уровень внутренней обеспеченности основными категориями продуктов питания. Так, за десять лет объем покрытия внутренних потребностей по зерну вырос практически на 20 %, несмотря на природно-климатические и внешние факторы. Объемы производства растительных масел перекрывают потребности в два раза. По производству мяса и мясных продуктов начиная с 2020 г. мы полностью перекрываем потребности внутреннего рынка. Недотягиваем до полной самообеспеченности по яйцам и молочной продукции, при этом превышаем пороговые значения, отраженные в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации по этим видам продукции на 6 и 3,7 % соответственно. Низкой остается обеспеченность во фруктах и ягодах, в 2022 г. ее

Таблица 1. Уровень самообеспеченности основными видами сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Российской Федерации, % (составлено авторами по данным таможенной статистики за 2014–2023 гг.)

Виды продукции	Годы									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Зерно	153,8	149,1	160,0	170,6	147,2	155,5	165,6	148,3	191,4	173,5
Картофель	98,0	102,1	93,2	91,1	95,3	95,1	89,2	88,7	94,5	101,0
Овощи и бахчевые	84,1	86,8	87,4	87,6	87,2	87,7	86,3	86,5	88,5	89,1
Фрукты и ягоды	32,5	32,5	36,5	33,1	38,8	39,5	42,4	44,4	47,3	44,6
Масло растительное	143,1	125,5	142,6	153,5	157,4	179,1	200,0	182,0	192,6	221,1
Сахар – всего	95,4	100,6	105,9	115,1	109,5	126,8	99,9	100,5	101,6	103,2
Мясо и мясопродукты	82,8	88,7	90,6	93,5	95,7	96,7	100,1	99,7	101,8	101,7
Молоко	78,1	79,9	80,7	82,3	83,9	84,4	84,0	84,3	85,7	86,0
Яйца	96,7	98,2	97,1	97,9	97,7	97,1	97,4	98,2	98,0	98,6
Рыба и рыбопродукты в живом весе	115,1	132,8	140,6	138,7	158,5	152,8	160,7	153,7	165,3	165,6
Справочно*:										
экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, млн долл. США	18 982	16 215	17 075	20 728	24 958	24 837	29 653	35 965	41 300*	43 100*
импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, млн долл. США	39 957	26 650	25 072	28 924	29 796	29 969	29 767	34 024	35 800*	35 100*

значение составило 47,3 % при пороговом уровне не менее 60 % [2].

За период 2022–2023 гг. имеются только приблизительные значения по объему экспортных и импортных поставок продовольствия. Несмотря на введенные санкции и ограничения на поставку отдельных категорий товаров, в 2022 г. экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья составил колоссальные 41,3 млрд долл., а в 2023 г. вырос еще на 4,2 % и составил 43,1 млрд долл. Эксперты аналитического агентства отмечают, что поставки продукции в европейские страны сократились на 70 %, а в азиатском направлении выросли на 7 %, в страны Африки с 2022 г. выросли на 54 %.

Отечественные аграрии достигли таких значительных результатов благодаря развитию стратегически важных направлений совершенствования устойчивого сельского хозяйства,

непрерывному инновационному развитию и оперативному внедрению достижений научно-исследовательской деятельности в производственные процессы.

Степень развития отечественного агропромышленного комплекса во многом зависит от оперативного и своевременного внедрения достижений научно-технического процесса, передовых инновационных разработок в производственный цикл. Неразрывное взаимодействие науки, образования и практического внедрения обеспечивает комплексное развитие инновационного потенциала агропромышленного комплекса.

Методы и методология

Исследование проблемы опиралось на комплекс общенаучных методов: логистическое и статистическое наблюдение, сравнение, индук-

ции и дедукции, а также на всеобщие методы теоретического познания. В основу проведенного анализа взяты сведения по проводимым за счет бюджетных средств научно-исследовательским работам учебными заведениями, ведомственными Министерству сельского хозяйства России.

Результаты

Научные исследования, проводимые российскими высшими учебными заведениями и научными организациями, являются центрами инновационно-практического развития агропромышленного комплекса (АПК) и экономики отраслей народного хозяйства в целом. Ученым и исследователям необходимо адаптироваться к меняющимся условиям, адаптироваться под потребности рынка и конкретные производственные задачи. Для такого постоянного взаимодействия необходимы более гибкое переосмысление образовательного процесса (новые программы обучения, индивидуальные образовательные траектории), внедрение цифровых платформ и решений, обновление материально-технической базы, экспертное и информационное обслуживание. Непрерывная адаптация аграрного образовательного и научного сектора к запросам и трендам в агросфере позволяет сохранять и усиливать интеграцию науки и бизнеса.

Примером такой интеграции является участие аграрных вузов в различных инновационных проектах, в том числе в программе «Приоритет 2030». Одной из стратегических задач программы является повышение научно-технологического потенциала российских университетов для создания новых технологий, отраслей и конкурентоспособных продуктов. Планируется к 2030 г. создать группу университетов-лидеров, которые станут центрами в создании новых научных знаний, технологий и разработок.

В программе «Приоритет 2030» участвует девять образовательных организаций аграрного профиля (Тимирязевская академия, Кубанский и Ставропольский ГАУ, Вавиловский университет являются участниками с 2021 г.; Бурятская ГСХА в 2022 г. стала участником дальневосточного трека программы; в 2024 г. Белгородский, Башкирский, Новосибирский ГАУ и МВА имени Скрябина стали кандидатами на участие в программе «Приори-

тет-2030»).

От аграрных научно-образовательных центров (участников программы «Приоритет-2030») ожидают не только обеспечения отрасли квалифицированными специалистами и научными сотрудниками, но в первую очередь создания центров передовых инновационных разработок, демонстрационных площадок прорывных научных исследований и технологий в отрасли. Также от участников программы ожидают развития научно-производственного партнерства посредством тесного взаимодействия с бизнесом и промышленностью. Это позволит трансформировать научные знания в конкурентоспособные решения для поддержки и дальнейшего развития отечественного агропромышленного комплекса.

Для стимулирования инновационного развития АПК реализуется и ряд других проектов. Примером такого стимулирования является разработанная Минсельхозом России совместно с Минобрнауки России инициатива «Аграрная наука – шаг в будущее развитие АПК», входящая в перечень инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 г. Целью реализации проекта являются развитие школ российской селекции и генетики, а также создание цифровой базы данных генетических показателей, включая банк генетических паспортов. В 2023 г. в рамках инициативы реализовывались две задачи:

- развитие биотехнологий в целях научного обеспечения выполнения параметров Доктрины продовольственной безопасности РФ;
- информационно-аналитическое обеспечение развития сельского хозяйства и снижение технологических рисков в продовольственной сфере.

Заключение

Результаты нашего исследования подчеркивают, что основной задачей по обеспечению продовольственной безопасности и технологического суверенитета страны являются развитие аграрной науки и проведение научно-исследовательских работ по важнейшим направлениям высокопродуктивного сельского хозяйства. Меры государственной поддержки, реализуемые в последнее время государственные программы развития приоритетных направлений развития науки, в том числе на принципах

финансового сотрудничества между научными организациями и сельскохозяйственными организациями, позволят не только определить векторы научных исследований, но и расширить количество потенциальных заказчиков, что, в свою очередь, обеспечит приток дополнительных средств в научную деятельность организаций.

Список литературы

1. Анализ научно-исследовательских работ, выполняемых высшими учебными заведениями, находящимися в ведении Минсельхоза России, за счет средств федерального бюджета за период 2021–2023 гг. / К.П. Колотырин, М.Ю. Лявина, К.А. Петров, Е.В. Бородастова. – Саратов : Амрит, 2024. – 186 с.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации // Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20.
3. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года // Распоряжение Правительства Российской Федерации от 02.02.2015 г. № 151–р.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 октября 2021 г. № 2816-р «Перечень инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года».
5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023624515 опубликовано 11.12.2023 г. «Трансфер научных результатов аграрных вузов в агропромышленный комплекс» / К.П. Колотырин, К.А. Петров, Е.В. Бородастова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».
6. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О науке и государственной научно-технической политике».

References

1. Analiz nauchno-issledovatel'skikh rabot, vypolnyayemykh vysshimi uchebnymi zavedeniyami, nakhodyashchimisya v vedenii Minsel'khoza Rossii, za schet sredstv federal'nogo byudzheta za period 2021–2023 gg. / K.P. Kolotyryn, M.YU. Lyavina, K.A. Petrov, Ye.V. Borodastova. – Saratov : Amirit, 2024. – 186 s.
2. Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii // Utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21.01.2020 g. № 20.
3. Ob utverzhdenii Strategii ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda // Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 02.02.2015 g. № 151–r.
4. Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 6 oktyabrya 2021 g. № 2816-r «Perechen' initsiativ sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda».
5. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2023624515 opubl. 11.12.2023 g. «Transfer nauchnykh rezul'tatov agrarnykh vuzov v agropromyshlenny kompleks» / K.P. Kolotyryn, K.A. Petrov, Ye.V. Borodastova; zayavitel' Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya «Saratovskiy gosudarstvennyy universitet genetiki, biotekhnologii i inzhenerii imeni N.I. Vavilova».
6. Federal'nyy zakon ot 23.08.1996 № 127-FZ (red. ot 08.08.2024) «O nauke i gosudarstvennoy nauchno-tekhnicheskoy politike».

© К.П. Колотырин, К.А. Петров, Е.В. Бородастова, 2024

УДК 502

А.А. КУЗНЕЦОВ, Д.А. КОМАРОВ

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», г. Москва

РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ В ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: биоразлагаемые роботы; мягкая робототехника; показатели целей устойчивого развития (ЦУР); устойчивое развитие.

Аннотация. В современных условиях встает проблема достижения целей устойчивого развития к 2030 г. В данной связи повышается актуальность исследования проблем разработки и внедрения технологии мягкой робототехники в разные сферы хозяйственной деятельности человека. Цель исследования – разработка и внедрение технологии мягкой робототехники в различные сферы деятельности человека. Задачи: выявить актуальные направления развития технологии робототехники, провести анализ и дать оценку их применения и выявить ограничения использования технологий мягкой робототехники для решения целей устойчивого развития. Гипотеза исследования: анализ перспектив применения мягких роботов в областях, в которых требуется решение глобальных проблем на основе принципов устойчивого развития. Методы исследования: системный подход, обобщение, сравнительный анализ. Достигнутые результаты: проанализированы показатели ЦУР в различных сферах деятельности, предложен ряд мер по поддержке экономического роста и устойчивому развитию, выявлены ограничения использования технологии мягкой робототехники в народном хозяйстве, действующие на данный момент.

Развитие технологий оказывает большое влияние на общество, проникая сегодня во все сферы жизни человека. Однако хозяйственная деятельность негативно сказывается на экосистеме из-за растущего спроса на энергию, выбросов парниковых газов, вырубки лесов и загрязнения окружающей среды. Противодей-

ствие этим негативным последствиям является одной из важнейших задач нашего времени и служит мощным стимулом для развития исследований в области экологичных материалов и робототехники для достижения некоторых целей Организации Объединенных Наций (ООН) в области устойчивого развития [1].

На сегодняшний день автоматизация как ключевой фактор следующей технологической эры обладает огромным потенциалом для модернизации промышленных отраслей и устойчивого экономического роста. Специализированные роботы известны своей высокой маневренностью, чувствительностью и безопасностью, а также способностью адаптироваться к конкретным задачам и условиям. Технологии мягкой робототехники могут стать технологией, которая послужит человечеству и планете, решая глобальные проблемы и борясь с ухудшением состояния окружающей среды с помощью целенаправленного продуктивного применения [2].

Технологии мягкой робототехники можно задействовать для достижения взаимосвязанных и неразделимых целей и задач в области устойчивого развития.

1. В аграрно-промышленном комплексе мягкие роботы могут повысить продовольственную безопасность и сократить уровень бедности (ЦУР-2) за счет точного посева и сбора урожая в городских районах, способствуя устойчивому потреблению (ЦУР-11), отслеживая состояние урожая и обеспечивая безопасность пищевых продуктов (ЦУР-3). Технология также может сократить углеродный след продовольственной системы и сельского хозяйства (ЦУР-15), создавая рабочие места и способствуя экономическому развитию в городских районах (ЦУР-8). Замечательными примерами являются работы, продемонстрировавшие ро-

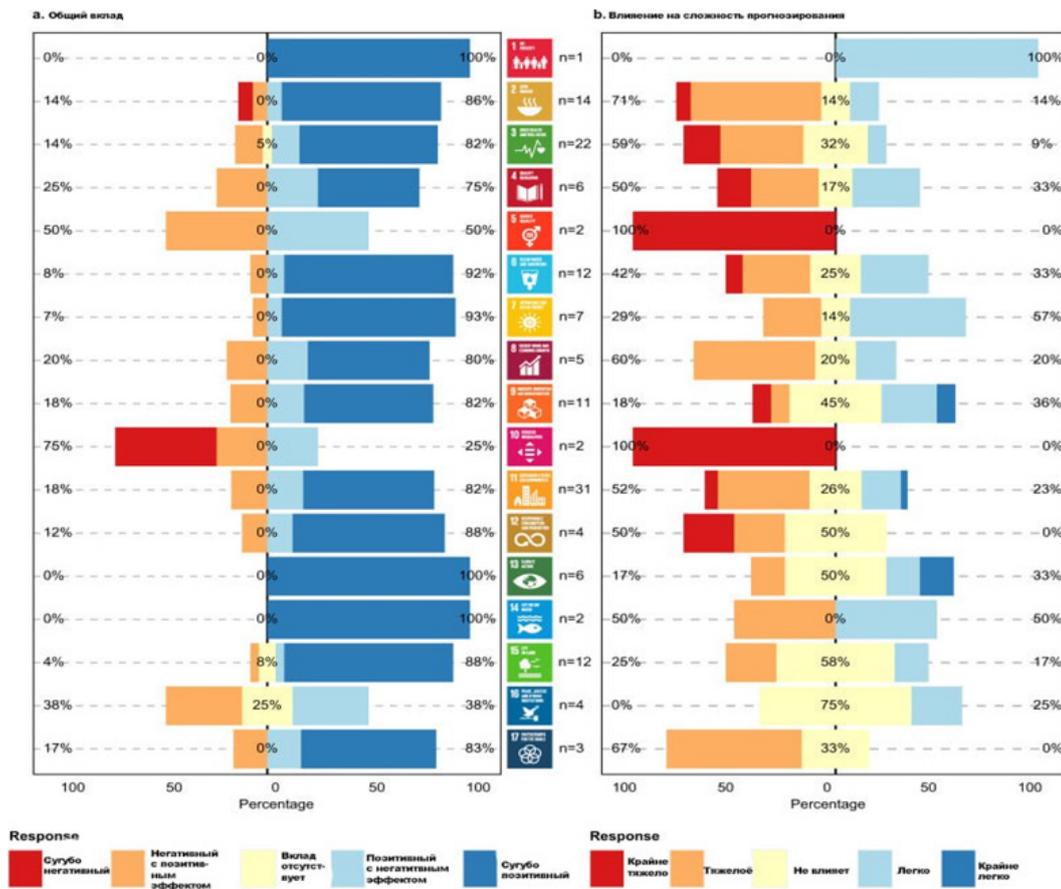


Рис. 1. Степень влияния робототехники на показатели ЦУР

ботизированный захват для уборки урожая.

2. В области сохранения океанов технология может сыграть важную роль в очистке, защите, сохранении и восстановлении морского биоразнообразия и здоровья океанов (ЦУР-14), содействии устойчивому использованию ресурсов океанов (ЦУР-12) и изучении влияния изменения климата на океаны (ЦУР-6, 13). В сообществе специалистов по мягкой робототехнике изучается использование мягких материалов и методов передвижения, вдохновленных обитателями океана, для безопасного сбора данных и изучения водной жизни без нарушения хрупкой экосистемы [3].

3. Для ликвидации последствий стихийных бедствий мягкие роботы могут использоваться для поисково-спасательных операций после стихийных бедствий, для обеспечения безопасности и снижения последствий стихийных бедствий (ЦУР-11, 15), для оказания своевременной помощи пострадавшему населению (ЦУР-3), для восстановления и ремонт-

та инфраструктуры, а также для улучшения транспортных и коммуникационных сетей (ЦУР-9). Например, предложили мягкого пневматического робота, способного увеличиваться в длину и динамически подстраивать свою форму под различные ландшафты, в том числе преодолевать небольшие трещины, используя встроенные датчики для определения внешних воздействий.

4. Сфера генерации энергии: интеграция возобновляемых источников энергии в мягкие робототехнические устройства может произвести революцию в производстве энергии. Несмотря на сложность, такая интеграция может значительно продвинуть исследования в области экологически чистого, универсального и доступного производства энергии практически в любом месте (ЦУР-7, 9). Ярким примером является исследование гибридных ветроэнергетических систем на основе растений, вдохновленных живыми листьями. Эти системы преобразуют естественные механические раз-

дражители, такие как ветер или само прикосновение листьев, в электрические сигналы, открывая потенциал для новых широко распространенных источников энергии.

5. В области здравоохранения мягкие роботизированные экзоскелеты, носимые устройства и манипуляторы могут помочь в физиотерапии и малоинвазивной хирургии (*MIS*), тем самым улучшая мобильность, повышая независимость людей с ограниченными возможностями и сокращая время восстановления пациентов (ЦУР-3). В случае с МИС разработали устройства с гидравлическим приводом субмиллиметрового диаметра, которые позволяют активно управлять наконечниками микрокатетеров. Они продемонстрировали навигацию без проводника, доступ и размещение спирали *in vivo*, обеспечив безопасность и простоту использования при эндоваскулярном вмешательстве.

Развитие технологий автоматизации может способствовать достижению показателей ЦУР в разных сферах жизни человека. Для достижения данных целей функциональные и готовые к использованию роботы должны включать в себя такие ключевые элементы, как биоразлагаемые и многофункциональные материалы, устойчивые производственные процессы, возобновляемые источники энергии, для дости-

жения максимальной эффективности, которую они могут обеспечить обществу и окружающей среде. Данная технология может быть полезна в таких областях, как городское фермерство, очистка и сохранение океанов, ликвидация последствий стихийных бедствий, распределенное производство чистой энергии и здравоохранение (рис. 1) [4].

Стоит учитывать, что, несмотря на потенциальные преимущества мягкой робототехники в достижении ЦУР, существуют ограничения, которые необходимо иметь в виду с точки зрения масштабируемости, интеграции и внедрения материалов. Биоразлагаемые роботы должны содержать минимальное количество вредных компонентов и быть экономически выгодными. На сегодняшний день не существует экономически эффективных методов производства широкодоступных роботов, стратегий переработки и повторного использования существующих роботов для снижения затрат и сокращения промышленных отходов.

Можно отметить, что робототехника может сыграть решающую роль в смягчении пагубных последствий изменения климата для общества, экономики и окружающей среды, позволяя достичь некоторых показателей ЦУР ООН за счет внедрения технологий мягкой робототехники.

Список литературы

1. Цели устойчивого развития в Российской Федерации. 2022: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., 2022. – 87 с.
2. Комаров, Д.А Проектирование и первичный расчет многоцелевого мобильного робототехнического комплекса КДМЕ-23 / Д.А. Комаров, Е.П. Морозов, Д.В. Сашченко // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. LXXII междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск : СибАК. – 2024. – № 2(63). – С. 29–63.
3. Кузнецов, А.А. Принципы устойчивого развития в природоохранных проектах нефтехимического комплекса / А.А. Кузнецов // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 7(145). – С. 77–79.
4. Лобачева, Е.Н. Новые системы контроля современного высокотехнологичного производства / Е.Н. Лобачева, Т.И. Кузнецова, М.А. Кузнецов // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 7(133). – С. 108–110.

References

1. Tseli ustoychivogo razvitiya v Rossiyskoy Federatsii. 2022: Krat. stat. sb. / Rosstat. – M., 2022. – 87 s.
2. Komarov, D.A Proyektirovaniye i pervichnyy raschet mnogotsелеvogo mobil'nogo robototekhnicheskogo kompleksa KDME-23 / D.A. Komarov, Ye.P. Morozov, D.V. Sashchenko // Voprosy tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk v svete sovremennykh issledovaniy: sb. st. po mater.

LXXII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk : SibAK. – 2024. – № 2(63). – S. 29–63.

3. Kuznetsov, A.A. Printsipy ustoychivogo razvitiya v prirodookhrannykh proyektakh neftekhimicheskogo kompleksa / A.A. Kuznetsov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 7(145). – S. 77–79.

4. Lobacheva, Ye.N. Novyye sistemy kontrolya sovremennogo vysokotekhnologichnogo proizvodstva / Ye.N. Lobacheva, T.I. Kuznetsova, M.A. Kuznetsov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 7(133). – S. 108–110.

© А.А. Кузнецов, Д.А. Комаров, 2024

УДК 331.1

В.А. ПОГОНЫШЕВ, Д.А. ПОГОНЫШЕВА

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», г. Брянск

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Ключевые слова: безопасность; кадровая безопасность; риск; цифровое сельское хозяйство.

Аннотация. В статье рассмотрены тенденции в обеспечении кадровой безопасности агроформирований. Используются общенаучные методы. Установлено, что управление рисками кадровой безопасности обуславливает рост стоимости организации. Рассмотрено влияние цифровых решений на формирование новых компетенций сотрудников. Научная новизна исследования состоит в выявлении направлений обеспечения кадровой безопасности рыночных субъектов цифрового сельского хозяйства.

Введение

Задачей руководителя организации в условиях глобальных вызовов и угроз выступает обеспечение ее экономической безопасности, устойчивого функционирования, формирования бизнес-потенциала, конкурентных преимуществ. Система экономической безопасности включает технико-технологическую, финансовую, экологическую, кадровую, правовую, информационную безопасность. В цифровую эпоху персонал выступает ключевым активом. Кадровую безопасность организаций как многоуровневую систему, включающую специфичные методы, средства, способы, мероприятия, исследователи рассматривают с позиций системного, ресурсного, процессного и функционального подходов. Обеспечение кадровой безопасности обуславливает управление рисками. Кадровая безопасность организаций проецируется на региональный рынок труда.

Результаты и обсуждение

Исследователи утверждают, что около 80 % убытков компаний вызваны негативными действиями сотрудников. Динамика преступлений в экономике страны имеет тенденцию к стабильному росту.

Под риском кадровой безопасности будем понимать ситуацию, связанную с возникновением опасности нежелательного развития бизнес-процессов, затрагивающих функционирование организации, ее персонала. Выделяют риски системы управления персоналом и риски собственно персонала [4] (рис. 1).

Риски системы управления персоналом могут быть связаны с ошибками при планировании и маркетинге, поведенческой аналитике, найме, учете, оценке, мотивации, обучении и профессиональном развитии человеческих ресурсов, в том числе включая ненадлежащие условия труда, несформированную корпоративную культуру и др. Риски персонала обусловлены личностно-профессиональными качествами сотрудников. Управление рисками кадровой безопасности с использованием методик кадрового аудита и мониторинга выступает фактором повышения стоимости организации.

В настоящее время инновационное развитие сельского хозяйства как высокотехнологичной наукоемкой отрасли связано с решением проблемы продовольственной безопасности, повышением конкурентоспособности и уровня жизни населения. Тренды аграрной индустрии раскрыты в работах А.В. Петрикова, И.Г. Ушачева, Б.В. Лукьянова и др. По данным Росстата удельный вес занятых в отрасли по отношению к общей численности работающих составляет почти 5,5 %. В 2022 г. индекс производительности труда в аграрной сфере близок к 108,0 %, растет число рентабельных органи-



Рис. 1. Риски кадровой безопасности [4]

заций. По итогам 2023 г. экспорт продукции агропромышленного комплекса (АПК) составил более 43 млрд долл. Ключевым драйвером развития агроформирований выступают цифровые решения [3] (рис. 2).

К целям кадровой безопасности агроформирований отнесем обеспечение их устойчивого функционирования и динамичного развития, защиту корпоративных интересов, защиту имущества, финансовых и информа-

ционных ресурсов, обеспечение здоровьесберегающих условий труда и др. К внутренним угрозам относятся активные или пассивные действия злоумышленников, связанные с нанесением ущерба. Внешние угрозы кадровой безопасности обусловлены как особенностями отрасли (территориальная распределенность, вероятностно-динамический характер поведения, влияние погодно-климатических условий и др.), так и иными факторами (государствен-



Рис. 1. Востребованность цифровых решений [3]



Рис. 3. Современные требования к сотрудникам агроформирований [1]

ная социально-экономическая, финансовая и правовая политика, цифровизация экономики, состояние рынка труда, духовно-нравственные ценности и др.) [1]. В связи с этим сотрудникам агроформирований необходимо обладать компетенциями XXI в. (предприимчивость, межатраслевая коммуникация, творческий подход, эмоциональный интеллект, способность принимать многокритериальные решения в условиях многозадачности и др.) (рис. 3).

Аграрная индустрия обладает неопределенностью реализации бизнес-процессов,

обусловленную влиянием управляемых и неуправляемых факторов.

Необходимость применения алгоритмических и творческих способов решения проблем актуализирует подготовку мобильных субъектов предпринимательства. «Цифровой» агроном, обладающий когнитивной гибкостью, обрабатывает большие данные с использованием программных средств, в режиме многозадачности принимает обоснованные решения [2] (рис. 4).

Аграрная индустрия динамично транс-



Рис. 4. Профессионально важные качества «цифрового» агронома (составлено авторами)

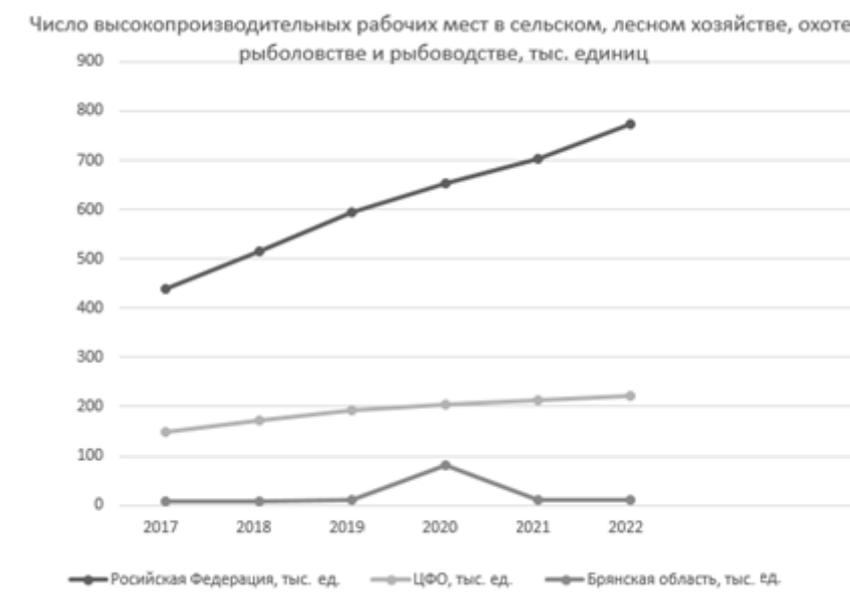


Рис. 5. Рост высокопроизводительных рабочих мест в АПК (составлено авторами)

формируется в высокотехнологичную отрасль. По данным Росстата за 2022 г., прирост числа высокопроизводительных рабочих мест составил около 250 тысяч, в том числе в сфере АПК до 70 тысяч. Эта тенденция характерна для Центрального федерального округа (ЦФО),

Брянской области (рис. 5).

В структуре валового регионального продукта отрасль занимает около 25,0 %. Развиваются картофелеводство и зерновое хозяйство. Регион является лидером в ЦФО по животноводству. Проводится селекционная работа.

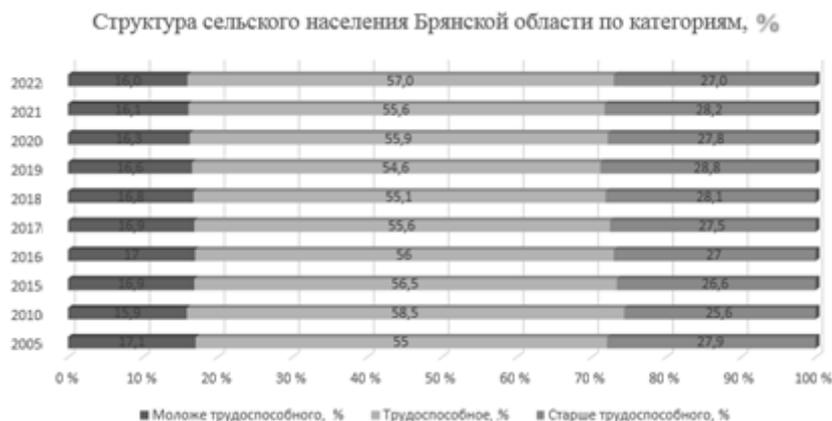


Рис. 6. Структура сельского населения Брянской области, % (составлено авторами)

Крупные агроформирования используют спутниковые технологии, сельхозтехника оснащена системами мониторинга, датчиками и пр. К актуальным угрозам относятся уменьшение числа жителей региона, сельского населения, его неблагоприятная возрастная структура, недостаточная обеспеченность специалистами (менее 90 %), и др. (рис. 6).

Так, агрохолдинг «Мираторг» готов трудоустроить таких специалистов, как агрономы, ветеринары, инженеры-механики, ИТ-специалистов и др. В перечень требований к соискателям включены нацеленность на результат, аналитический склад ума, системный подход к решению задач. В соответствии с общемировыми трендами востребованы сотрудники, принимающие многокритериальные решения в условиях многозадачности. Агроформирования в борьбе за таланты используют облачные технологии и сервисы, соцсети, job-сайты, онлайн-инструменты, интеллектуальные решения при рекрутменте, онбординге, обуче-

нии и развитии персонала, управлении его эффективностью.

Для решения проблем кадровой безопасности в отрасли в регионе функционируют Школа фермера и Центр компетенций АПК. Разработаны и внедрены программы «Агро-стартап», проекты по закреплению сотрудников в хозяйствах, уменьшению цифрового неравенства, поддержке молодежного предпринимательства. Модернизируется подготовка специалистов для АПК в Брянском государственном аграрном университете.

Выводы

Обеспечение экономической безопасности агроформирований в цифровую эпоху выступает результатом внутренней и внешней системной работы, учитывающей вызовы и угрозы. Состояние кадровой безопасности организаций существенно улучшается при использовании в бизнес-процессах цифровых решений.

Список литературы

1. Бураева, Е.В. Подготовка кадров для цифровой аграрной экономики: проблемы и перспективы / Е.В. Бураева // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3(90). – С. 112–118.
2. Погоньшев, В.А. Трансформация управления персоналом в сфере АПК с применением искусственного интеллекта / В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: монография / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. – С. 48–67.
3. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. – 239 с.
4. Яркова, Т.М. Современные подходы обеспечения кадровой безопасности организаций в России / Т.М. Яркова // Экономика труда. – 2022. – Т. 9. – № 3. – С. 731–742.

References

1. Burayeva, Ye.V. Podgotovka kadrov dlya tsifrovoy agrarnoy ekonomiki: problemy i perspektivy / Ye.V. Burayeva // Vestnik agrarnoy nauki. – 2021. – № 3(90). – S. 112–118.
2. Pogonyshch, V.A. Transformatsiya upravleniya personalom v sfere APK s primeneniym iskusstvennogo intellekta / V.A. Pogonyshch, D.A. Pogonyshcheva // Sovremennaya nauka: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii: monografiya / Pod obshch. red. G.YU. Gulyayeva. – Penza : MTSNS «Nauka i Prosveshcheniye», 2024. – S. 48–67.
3. Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovyye usloviya i priority: dokl. k XXII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 13–30 apr. 2021 g. – M. : Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2021. – 239 s.
4. Yarkova, T.M. Sovremennyye podkhody obespecheniya kadrovoy bezopasnosti organizatsiy v Rossii / T.M. Yarkova // Ekonomika truda. – 2022. – T. 9. – № 3. – S. 731–742.

© В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, 2024

УДК 338.43; 338.48

Ю.Е. СЕМЕНОВА, А.А. КУРОЧКИНА, Е.Н. ОСТРОВСКАЯ
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический
университет», г. Санкт-Петербург

АГРОТУРИЗМ В АРКТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНВЕСТИЦИЙ

Ключевые слова: агротуризм; Арктическая зона России; инвестиции в туризм.

Аннотация. В современных условиях развитие туризма в Арктической зоне России приобретает все большее значение. Одним из наиболее интересных трендов является развитие агротуризма в этом регионе. Целью статьи – рассмотрение перспектив развития агротуризма в Арктике и выявление наиболее серьезных проблем, тормозящих инвестиционную активность в данном направлении. Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что российская Арктика имеет большой потенциал, связанный с развитием агротуризма. Основные методы исследования в статье: анализ научной литературы, методы теории управления и теории организации. По итогам исследования авторами сделаны выводы о том, что российский бизнес проявляет заинтересованность в развитии агротуризма в Арктической зоне, но сталкивается с рядом проблем экономического и бюрократического характера. Тем не менее агротуризм в Арктике имеет хороший потенциал и является перспективным с точки зрения инвестирования.

Среди множества сегментов российской экономики в Арктике одно из ведущих мест занимает агропромышленный комплекс как основа социальной политики государства на этих труднодоступных отдаленных территориях. В круг интересов аграриев входят изучение и анализ отраслевых особенностей сельского хозяйства на арктических землях. Развитие же сельского хозяйства естественным образом стимулирует и развитие агротуризма как одного из самых популярных направлений. Термин «агротуризм» возник во Франции в нача-

ле XIX в. Агротуризм (он же сельский туризм) подразумевает поездку горожан на фермы и сельскохозяйственные предприятия. При этом путешествие может быть как довольно расслабленным, так и активным. В первом случае упор делается на красивые фотосессии и возможность понаблюдать за животными. Во втором гости помогают хозяевам собирать урожай, ухаживать за скотом, ремонтировать технику, то есть полностью погружаются в будни фермеров. Такой вид путешествия не только помогает горожанам сбежать от шума мегаполиса, но и стимулирует развитие сел и деревень, которые таким образом получают дополнительный доход и возможность расширить инфраструктуру гостеприимства.

Поскольку развитие сельского хозяйства и агротуризма в Арктике невозможно без существенной государственной поддержки, авторы данной работы предприняли попытку определить основные векторы динамичного развития арктического агротуризма во взаимосвязи с региональной политикой и интересами инвесторов [1; 3]. Сельское хозяйство в Арктике направлено на обеспечение населения мясом, молоком, речной и озерной рыбой, яйцами, картофелем и тепличными овощами, дикоросами. Арктические территории имеют перспективные возможности для производства органической (экологически чистой) продукции. Агротуризм в Арктике предполагает деятельность сельхозтоваропроизводителей и иных предпринимателей по организации отдыха в сельской местности и вовлечению в туристический оборот других ресурсов, традиционных для данной местности. Например, в Архангельской области есть гостевое подворье «Фермерская слобода», где делают продукты из козьего молока и проводят экоэкскурсии для гостей, желающих погрузиться в деревенскую жизнь

и пообщаться с животными. Также в Республике Коми предлагают тур на горячий радоновый источник Пымвашор, до которого можно добраться на оленьих упряжках. Программа предполагает ночевки в избушках при коралях (загоны оленей), знакомство с национальной одеждой и кухней.

Агротуризм часто определяется как «Бизнес на работающей ферме, в лесу, в поле или сельскохозяйственном предприятии, который ведется для развлечения и обучения посетителей, принося при этом дополнительный доход владельцу» [4; 5]. Агротуризм в Арктике предлагает множество возможностей для взаимодействия туристов и владельцев сельскохозяйственных предприятий. Аквакультура, рыболовство, охота, национальные ремесла, собирательство и другие традиционные виды деятельности предоставляют широкие возможности для демонстрации практик, отражающих определенный регион или культуру. Гастрономический туризм и агротуризм тесно связаны, и оба могут стать результатом усилий по инвестированию в традиционные продукты питания и инициативы по обеспечению продовольственного суверенитета. Проблемы развития агротуризма в Арктике сходны в целом с общими для арктического туризма проблемами: слаборазвитая инфраструктура, кадровый голод, нагрузка на экологию, высокие цены на туры [2; 6]. Одна из проблем развития агротуризма в регионе связана еще и с тем, что туристские фирмы и фермеры (сельскохозяйственные предприятия) недостаточно четко формулируют для себя стратегию развития этого бизнеса [7; 8]. Хотя агротуризм имеет множество преимуществ для широкой аудитории, следует уделить особое внимание определению желаемой целевой аудитории. Для этого надо ответить на следующие вопросы: «Какую историю вы хотите рассказать?», «Кого вы хотите привлечь?», «Как выглядит успех?». Создание уникальной истории на раннем этапе поможет в ходе разработки продукта и даст уникальные торговые аргументы, когда фермер (туристская фирма) начнет продвигать свой опыт. При определении сюжетной линии надо подумать о том, что свяжет посетителя с местом назначения, написать, какие истории демонстрируют уникальность коренного народа или региона. Важно учитывать актуальность выбранной истории для посетителя. Хотя многие люди под-

держивают экономические выгоды туризма, именно сила повествования является убедительным аргументом в пользу развития туризма. Коренные народы во всем мире вынуждены были терпеть, когда другие люди рассказывают их истории. Туризм дает коренным народам возможность поделиться своей уникальной историей напрямую с посетителями.

Определение желаемой целевой аудитории важно по нескольким причинам. Во-первых, надо понять, что лучше всего подойдет для конкретного сообщества. Например, в дестинации может не быть инфраструктуры для больших туристических групп, приезжающих на автобусах из районных центров (туалеты, пропускная способность дорог, обученный персонал, парковка). Или, возможно, не будет достаточного количества мест для размещения больших групп. В этих случаях нужно будет сосредоточиться на привлечении небольших групп и/или *FIT* (свободных независимых путешественников). У каждой демографической группы есть уникальный набор желаний и потребностей, которые нужно учитывать. Если дестинация (сообщество) больше подходит для небольших групп, лучше всего привлечь путешественника, который ищет более интимные впечатления и готов за это платить. Удовлетворение более высоких ожиданий этой демографической группы, вероятно, будет более обременительным, чем для путешественника с более низкой ценой. Важно заранее определить показатели, чтобы оценить, отвечает ли предлагаемый агротуристический опыт потребностям бизнеса, партнеров и сообществ. Некоторые факторы, которые следует учитывать: количество участников, доход и заработанные медиа. Успех в туризме часто (неправильно) измеряется одной единственной метрикой – возросшим числом путешественников. Но есть множество других преимуществ, которые может принести развитие агротуризма региону: возобновление инвестиций в развитие культурных практик, продовольственный суверенитет и гордость за то, что звучит история народа.

Очевидна необходимость наращивания местного потенциала в сфере агротуризма путем привлечения новых, молодых участников. Это затрагивает схожую проблему – молодежное предпринимательство, которому до сих пор уделялось недостаточно внимания [2]. Туристический продукт часто состоит из множества различных «подуслуг», таких как транс-

порт, размещение и питание, если упоминать самые основные. Поэтому для создания и поставки туристических продуктов субъекты туризма полагаются друг на друга и должны работать вместе. Туризм уже прочно укоренился в Арктике благодаря круизам, катанию на собачьих упряжках и наблюдениям за белыми медведями. Однако современный туризм предлагает гораздо больше, чем просто красивые картинки. Это дает коренным народам Севера

возможность продемонстрировать свою культуру, сочетая сохранение истории и культурную самобытность с экономическими стимулами. В Арктике туризм играет важную роль в информировании других людей о народах региона и окружающей среде. Туризм в Арктике имеет значение не только как отрасль, но и как социальный проект, обладающий глубоким преобразующим потенциалом для общества, культуры и окружающей среды.

Публикация подготовлена в рамках гранта на реализацию МГИМО МИД России программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Список литературы

1. Грибановская, С.В. Социо-эколого-экономическая система и процесс управления ею в территориальном развитии Арктики / С.В. Грибановская, Ю.Е. Семенова, А.Ю. Панова // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 4(118). – С. 148–151.
2. Курочкина, А.А. Проблемы устойчивого развития экономики природопользования в Арктике / А.А. Курочкина, Ю.Е. Семенова // Стратегии развития предпринимательства в современных условиях : сборник научных трудов V международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 февраля 2021 года / Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 172–175.
3. Курочкина, А.А. Факторы, способствующие устойчивому развитию Арктики в современных условиях / А.А. Курочкина, Ю.Е. Семенова // Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия : сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 11–12 марта 2021 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 160–163.
4. Курочкина, А.А. Особенности развития предпринимательства в Арктической зоне России / А.А. Курочкина, Ю.Е. Семенова, О.В. Лукина // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 11(113). – С. 177–179.
5. Развитие социально-экономического потенциала Арктической зоны: Монография / под ред. А.А. Курочкиной и др. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Медиапапир, 2021. – 282 с.
6. Семенова, Ю.Е. Барьеры на пути инноваций в Арктике / Ю.Е. Семенова // Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации : Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14–15 марта 2019 года. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2019. – С. 690–691.
7. Семенова, Ю.Е. Проблемы самозанятости населения в современной России / Ю.Е. Семенова // Качество науки – качество жизни : Материалы 11-й научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 12 апреля 2018 года / Российский государственный гидрометеорологический университет; Межрегиональная общественная организация «Фонд развития культуры». – Санкт-Петербург : ИД ТМБпринт, 2018. – С. 75–77.
8. Gribovskaya, S.V. The Demand for High-Skilled Professionals in the Arctic Zone of Russia / S.V. Gribovskaya, Yu.E. Semenova, A.Yu. Panova // Components of Scientific and Technological Progress. – 2022. – No. 12(78). – P. 17–21.

References

1. Gribovskaya, S.V. Sotsio-ekologo-ekonomicheskaya sistema i protsess upravleniya yeyu v territorial'nom razviti Arktiki / S.V. Gribovskaya, YU.Ye. Semenova, A.YU. Panova // Nauka i biznes:

puti razvitiya. – 2021. – № 4(118). – S. 148–151.

2. Kurochkina, A.A. Problemy ustoychivogo razvitiya ekonomiki prirodopol'zovaniya v Arktike / A.A. Kurochkina, YU.Ye. Semenova // Strategii razvitiya predprinimatel'stva v sovremennykh usloviyakh : sbornik nauchnykh trudov V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 25–26 fevralya 2021 goda / Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy ekonomicheskoy universitet. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy ekonomicheskoy universitet, 2021. – S. 172–175.

3. Kurochkina, A.A. Faktory, sposobstvuyushchiye ustoychivomu razvitiyu Arktiki v sovremennykh usloviyakh / A.A. Kurochkina, YU.Ye. Semenova // Strukturnyye preobrazovaniya ekonomiki territoriy: v poiske sotsial'nogo i ekonomicheskogo ravnovesiya : sbornik nauchnykh statey 4-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kursk, 11–12 marta 2021 goda. – Kursk : Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy universitet, 2021. – S. 160–163.

4. Kurochkina, A.A. Osobennosti razvitiya predprinimatel'stva v Arkticheskoy zone Rossii / A.A. Kurochkina, YU.Ye. Semenova, O.V. Lukina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 11(113). – S. 177–179.

5. Razvitiye sotsial'no-ekonomicheskogo potentsiala Arkticheskoy zony: Monografiya / pod red. A.A. Kurochkinoy i dr. – 2-ye izd., ispr. i dop. – SPb. : Mediapapir, 2021. – 282 s.

6. Semenova, YU.Ye. Bar'yery na puti innovatsiy v Arktike / YU.Ye. Semenova // Sovremennyye problemy gidrometeorologii i ustoychivogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii : Sbornik tezisov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 14–15 marta 2019 goda. – Sankt-Peterburg : Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskoy universitet, 2019. – S. 690–691.

7. Semenova, YU.Ye. Problemy samozanyatosti naseleniya v sovremennoy Rossii / YU.Ye. Semenova // Kachestvo nauki – kachestvo zhizni : Materialy 11-y nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 12 aprelya 2018 goda / Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskoy universitet; Mezhhregional'naya obshchestvennaya organizatsiya «Fond razvitiya kul'tury». – Sankt-Peterburg : ID TMBprint, 2018. – S. 75–77.

© Ю.Е. Семенова, А.А. Курочкина, Е.Н. Островская, 2024

УДК 338.36; 334.021.1

Ю.Е. СЕМЕНОВА, Е.Н. ОСТРОВСКАЯ, А.Ю. ПАНОВА
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический
университет», г. Санкт-Петербург

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Ключевые слова: «Ловушка бедности»; цифровая инфраструктура; цифровизация; эффект колеи.

Аннотация. Цифровая экономика служит катализатором экономического прогресса, но и обладает потенциалом для преодоления «ловушки бедности». Традиционно многие регионы попадали в эту ловушку из-за нехватки капитала, технологий и рабочей силы, что затрудняет достижение устойчивого экономического и социального развития. Целью статьи является рассмотрение влияния цифровизации на развитие экономических институтов. Гипотеза исследования заключается в том, что развитие цифровой экономики позволяет решать проблему «ловушки бедности». Основные методы исследования в статье: анализ научной литературы, методы теории управления и институциональной экономики. По итогам исследования авторами сделаны выводы о том, что благодаря повсеместному использованию цифровых технологий предельные затраты на приобретение информации и экспертных знаний значительно снизились, что открывает больше возможностей для участия в экономической деятельности. Это подчеркивает ключевую роль технологий и инноваций в ускорении экономического развития.

Цифровая экономика как побочный продукт информационной революции символизирует новую волну технологического прогресса и служит важнейшим катализатором трансформации и модернизации промышленных структур. В последние годы мировая экономика вступила в период исторических преобразований из-за усиления торговых и политических конфликтов между различными странами, а

также проблем с трансграничным финансированием и инвестициями. В ходе этих значительных преобразований страны с формирующейся рыночной экономикой постепенно взяли на себя ведущую роль в обеспечении глобального экономического роста, в то время как технологические инновации и глобализация еще больше расширили географический охват торговли. Следовательно, предприятиям необходимо не только адаптироваться к быстрым изменениям в технологиях и промышленности, но и сталкиваться с усилением рыночной конкуренции и глубокой интеграцией трансграничных рынков [1]. Такая ситуация вынуждает страны пересматривать свои экономические стратегии.

Цифровая инфраструктура может предоставить местным предприятиям и жителям больше потенциальных возможностей – от получения информации и знаний до предоставления различных услуг, содействия занятости на местном уровне и диверсифицированному промышленному развитию, а затем модернизации промышленной структуры, коренного преодоления «ловушки бедности» и содействия общему улучшению социальной экономики. Кроме того, правительственные ведомства также должны обеспечивать безопасность и стабильность цифровой инфраструктуры. Также это поможет оптимизировать распределение рабочей силы и капитала для содействия преобразованию и модернизации промышленных структур [4]. Влияние образования и профессиональной подготовки, связанных с цифровыми приложениями, имеет определенное запаздывание. Чтобы стимулировать трансформацию и модернизацию промышленной структуры, правительство и соответствующие учреждения должны в первую очередь активно инвестировать в цифровое образование и профессиональную подготовку, чтобы сократить это от-

ставание и обеспечить преимущества для более широкой аудитории [8]. Это не только предоставляет работникам больше возможностей для развития своих способностей и повышения эффективности производства, но и развивает навыки и профессии, соответствующие новым требованиям промышленной структуры. Одновременно, способствуя цифровизации рынков капитала с помощью цифровых технологий, можно более эффективно распределять капитал. Это включает в себя привлечение большего количества инвестиций с помощью цифровых платформ и использование анализа данных для более точной оценки инвестиционных рисков и доходности, тем самым оптимизируя эффективность использования капитала. Поэтому правительству и регулирующим органам также следует усилить цифровую трансформацию финансового сектора, предоставив инвесторам и учреждениям более эффективные инструменты анализа данных [5]. Это не только помогает снизить транзакционные издержки и повысить прозрачность рынка, но и ускоряет процесс принятия решений, стимулируя приток капитала и инновации, а также способствуя преобразованию и модернизации промышленной структуры.

Перед нашей страной стоит сложная задача – избавиться от «ловушки бедности» в ряде регионов. По сравнению с развитыми регионами они часто имеют слабую экономическую основу и единую промышленную структуру, а их ведущие отрасли занимают низкое положение в глобальной цепочке создания стоимости, в основном полагаясь на отрасли низкого класса и с низкой добавленной стоимостью, на которые легко влияют внешние экономические колебания [3; 6]. Существующие исследования указывают на то, что такого рода промышленная структура может сделать регион или страну особенно уязвимыми к глобальной экономической нестабильности [27]. Чтобы избавиться от «ловушки бедности» и обеспечить устойчивый экономический рост, эти регионы должны глубоко скорректировать и оптимизировать свои промышленные структуры и перейти к отраслям с более высокой добавленной стоимостью, ориентированным на технологии. Результаты исследований, проведенных китайскими учеными, указывают на следующее: во-первых, цифровая экономика играет решающую роль в содействии трансформации и модернизации промышленной структуры,

и этот вывод по-прежнему остается обоснованным даже после учета ряда факторов, влияющих на трансформацию и модернизацию промышленной структуры, и коррекции эндогенных отклонений в оценке с помощью инструментальных переменных. Во-вторых, в результате анализа неоднородности регионов с разным уровнем экономического развития было установлено, что по сравнению с экономически развитыми регионами экономически отсталым регионам необходимо уделять больше внимания развитию цифровой экономики. В-третьих, изучение механизма показало, что цифровая экономика реализовала трансформацию и модернизацию промышленной структуры за счет оптимизации распределения капитала и рабочей силы.

Цифровая экономика стала ключевым двигателем технических инноваций с развитием информационно-коммуникационных технологий [7]. Ядром цифровой экономики являются информационные технологии, включая большие данные, облачные вычисления, искусственный интеллект и т.д. Эти технологии способствуют преобразованию и обновлению промышленной структуры за счет повышения эффективности производства, снижения транзакционных издержек и стимулирования инноваций. Цифровая экономика, основанная на информационных технологиях, предлагает предприятиям путь к цифровой трансформации для повышения их конкурентоспособности на рынке [9]. По мере того, как все больше компаний внедряют эти цифровые подходы, выигрывает весь промышленный сектор, поскольку не только снижаются производственные издержки и повышается эффективность, но и стимулируется рост инноваций, что приводит к преобразованию и модернизации промышленной структуры [10]. Хотя цифровая экономика открывает много возможностей, она также сопряжена с проблемами. Быстрый рост цифровой экономики может усугубить чрезмерную концентрацию отдельных отраслей и привести к дисбалансу в структуре промышленности. В частности, чрезмерная зависимость от цифровой экономики может препятствовать росту реальной экономики, особенно для некоторых традиционных отраслей, которые могут столкнуться с риском ликвидации, если не смогут вовремя адаптироваться к цифровой трансформации. Кроме того, некоторые утверждают, что, поскольку цифровая эконо-

мика является относительно новой отраслью, она требует значительных капиталовложений на ранних стадиях своего развития, что ускоряет ее рост в экономически развитых районах, оставляя при этом экономически слаборазвитые районы с неадекватной инфраструктурой, усугубляя неравномерность развития региональных отраслей промышленности. Такое несбалансированное развитие еще больше ускоряет попадание отсталых районов в «ловушку бедности». Более того, по мере того, как цифровая экономика меняет традиционный способ производства, факторы производства, такие как капитал и рабочая сила, перемещаются из экономически отсталых районов в экономически развитые, что приводит к усилению монопольной власти и влияет на стабильность промышленной структуры в экономически отсталых районах.

Цифровая экономика обладает более значительным потенциалом для промышленной трансформации в менее развитых регионах. Необходимо выделить ряд мер по укреплению цифровой инфраструктуры, особенно в экономически отстающих регионах. Однако первоначальное строительство может потребовать больших средств и столкнуться с технологическими и кадровыми трудностями. Поэтому правительство и соответствующие учреждения могут создавать специальные фонды в экономически отсталых районах для поддержки исследований и разработок, и развертывания цифровой инфраструктуры. Благодаря сотрудничеству с частными предприятиями мож-

но эффективно привлекать инвестиции, что способствует строительству и обслуживанию объекта. Необходимо оптимизировать политическую среду для стимулирования развития цифровой экономики. Важнейшим аспектом здесь является то, как правительство создает активную и справедливую политическую среду, уравновешивая взаимосвязь между инновационной политикой стимулирования и социальной справедливостью. Хотя снижение налогов и субсидии на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (**НИОКР**) могут стимулировать большее число предприятий и частных лиц к активному участию в цифровой экономике, эти стимулы могут по-прежнему благоприятствовать определенным социальным слоям или регионам. В то же время, хотя усиление защиты интеллектуальной собственности может обеспечить справедливую прибыль для новаторов, чрезмерная защита может препятствовать другим потенциальным видам инновационной деятельности. Таким образом, создание сбалансированной, справедливой и стимулирующей инновации политической среды требует глубокого сотрудничества между правительством, предприятиями и обществом в различных аспектах. Правительству следует обеспечить, чтобы политика не только поощряла рост цифровой экономики, трансформацию и модернизацию отраслей, но и поддерживала справедливость политики и стабильность в процессе развития, гарантируя, что каждый член общества сможет извлечь выгоду из развития цифровой экономики.

Список литературы

1. Бикезина, Т.В. Проблемы окупаемости инвестиций в цифровую трансформацию бизнеса / Т.В. Бикезина, Ю.Е. Семенова, О.В. Воронкова, А.Ю. Панова // Глобальный научный потенциал. – 2024. – № 3(156). – С. 269–273.
2. Курочкина, А.А. Специфика управления закупками в условиях санкций / А.А. Курочкина, Ю.Е. Семенова // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 6(132). – С. 156–158.
3. Пахомова, О.А. Влияние санкций на малые предприятия в Российской Федерации / О.А. Пахомова, Ю.Е. Семенова // Будущее науки – 2022. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. – С. 410–412.
4. Семенова, Ю.Е. Проблемы самозанятости населения в современной России / Ю.Е. Семенова // Качество науки – качество жизни : Материалы 11-й научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 12 апреля 2018 года / Российский государственный гидрометеорологический университет; Межрегиональная общественная организация «Фонд развития культуры». – Санкт-Петербург : ИД ТМБпринт, 2018. – С. 75–77.
5. Семенова, Ю.Е. Совершенствование механизма управления затратами предприятия и контроллинга на основе больших данных / Ю.Е. Семенова, О.В. Воронкова, Е.Н. Островская // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 1(127). – С. 146–149.

6. Семенова, Ю.Е. Государственные закупки в поддержке спроса на инновации / Ю.Е. Семенова, А.Ю. Панова, С.В. Грибановская, В.Н. Бутышкина // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 5(146). – С. 265–269.
7. Desfontaines, L. The role of social networks in the political life of society / L. Desfontaines, Y. Semenova // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020 : 33, Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020, Granada. – Granada, 2019. – P. 4582–4585.
8. Elding C., Morris R. Digitalisation and its impact on the economy: insights from a survey of large companies [Electronic resource]. – Access mode : https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/focus/2018/html/ecb.ebbox201807_04.en.html.
9. Semenova, YU.Ye. Organization in Conditions of Chaos: How to Make Management Decisions Correctly / YU.Ye. Semenova, Ye.N. Ostrovskaya, S.V. Gribanovskaya // Science and Business: Ways of Development. – 2022. – No. 6(132). – P. 139–141.
10. Yiran Cheng. The effect of digital transformation on real economy enterprises' total factor productivity / Yiran Cheng, Xiaorui Zhou, Yongjian Li // International Review of Economics & Finance. – 2023. – Vol. 85. – P. 488–501.

References

1. Bikezina, T.V. Problemy okupayemosti investitsiy v tsifrovuyu transformatsiyu biznesa / T.V. Bikezina, YU.Ye. Semenova, O.V. Voronkova, A.YU. Panova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2024. – № 3(156). – S. 269–273.
2. Kurochkina, A.A. Spetsifika upravleniya zakupkami v usloviyakh sanktsiy / A.A. Kurochkina, YU.Ye. Semenova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 6(132). – S. 156–158.
3. Pakhomova, O.A. Vliyaniye sanktsiy na малыye predpriyatiya v Rossiyskoy Federatsii / O.A. Pakhomova, YU.Ye. Semenova // Budushcheye nauki – 2022. Sbornik nauchnykh statey 10-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii. Kursk, 2022. – S. 410–412.
4. Semenova, YU.Ye. Problemy samozanyatosti naseleniya v sovremennoy Rossii / YU.Ye. Semenova // Kachestvo nauki – kachestvo zhizni : Materialy 11-y nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 12 aprelya 2018 goda / Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskii universitet; Mezhhregional'naya obshchestvennaya organizatsiya «Fond razvitiya kul'tury». – Sankt-Peterburg : ID TMBprint, 2018. – S. 75–77.
5. Semenova, YU.Ye. Sovershenstvovaniye mekhanizma upravleniya zatratami predpriyatiya i kontrollinga na osnove bol'shikh dannykh / YU.Ye. Semenova, O.V. Voronkova, Ye.N. Ostrovskaya // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 1(127). – S. 146–149.
6. Semenova, YU.Ye. Gosudarstvennyye zakupki v podderzhke sprosa na innovatsii / YU.Ye. Semenova, A.YU. Panova, S.V. Gribanovskaya, V.N. Butyshkina // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – № 5(146). – S. 265–269.

© Ю.Е. Семенова, А.А. Курочкина, А.Ю. Панова, 2024

УДК 332

ЮЙ ЦЗИНЬХУН, ВАН ЯНЬ

Хэйхэский университет, г. Хэйхэ (Китай)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РОЛЬ КИТАЙЦЕВ-ИММИГРАНТОВ В ТРАНСГРАНИЧНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ МЕЖДУ СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫМ КИТАЕМ И ДАЛЬНИМ ВОСТОКОМ РОССИИ

Ключевые слова: китайская миграция; сотрудничество Северо-Восточного Китая и Дальнего Востока; экономика Дальнего Востока; экономика Китая и России; экономическая роль китайцев-иммигрантов.

Аннотация. Цель статьи – изучить экономическую роль китайских иммигрантов на Дальнем Востоке России и их вклад в трансграничное сотрудничество, инвестиции, малый и средний бизнес, а также технологии. Задачи включают анализ факторов, влияющих на трудовую мобильность, динамику товарооборота между провинцией Хэйлунцзян и Дальним Востоком России (2010–2023 гг.) и оценку вклада мигрантов в экономику приграничных регионов. Методология основана на сравнительном и статистическом анализе. Результаты показывают, что китайские иммигранты поддерживают экономику региона через сельское хозяйство, малый бизнес и технологический обмен, укрепляя долгосрочное сотрудничество. Гипотеза: участие китайских иммигрантов способствует укреплению трансграничного сотрудничества, развитию бизнеса, а также улучшению инвестиционной и технологической базы региона.

Активная миграция из Китая на Дальний Восток России началась в XIX в., когда китайские рабочие участвовали в строительстве инфраструктурных проектов, таких как Транссибирская магистраль и порт Владивостока, способствуя развитию торговли и ремесел. Пекинский договор 1860 г. закрепил эти территории за Российской империей, сохранив за китайцами право на проживание и хозяйственную деятельность. В XX в. миграция со-

кратилась из-за политических разногласий, но возобновилась в 1990-е гг., охватывая строительство, сельское хозяйство и малый бизнес [1].

Миграция между Северо-Восточным Китаем и Дальним Востоком России обусловлена демографическими, экономическими и географическими факторами, способствующими трудовой мобильности и трансграничному взаимодействию. Дальний Восток сталкивается с депопуляцией и дефицитом рабочей силы, что замедляет экономический рост. Северо-Восток Китая, с высокой плотностью населения и избытком рабочей силы, становится источником миграционных потоков для улучшения условий труда и заработка. Экономические диспропорции между регионами, близость границ и транспортная инфраструктура стимулируют миграцию и укрепляют трансграничные центры, таких как Благовещенск и Хэйхэ [2].

В данной статье проанализированы экономическая роль китайцев-иммигрантов с точки зрения торговли, инвестиций, развития малого и среднего бизнеса, а также вклад в технологии, способствующие экономическому развитию трансграничного сотрудничества России и Китая.

Рассмотрим подробнее экономическую роль китайских иммигрантов в сфере торговли в период с 2010 по 2023 гг. между провинцией Хэйлунцзян и Дальним Востоком (рис. 1).

Анализ торговли между провинцией Хэйлунцзян и российским Дальним Востоком за 2010–2023 гг. показывает устойчивый рост внешнеэкономических операций, достигших 2,15 млрд долларов в 2023 г. Это обусловлено расширением трансграничной торговли, развитием транспортной инфраструктуры и



Рис. 1. Объем внешней торговли между провинцией Хэйлунцзян и Дальним Востоком (2010–2023 гг.)

взаимными инвестициями, удовлетворяющими спрос на ресурсы по обе стороны границы.

В 2010–2014 гг. наблюдался рост товарооборота, достигший пика в 2014 г. благодаря программам регионального развития и интеграции. После 2014 г., однако, товарооборот временно снизился из-за санкций против России, колебаний валют и замедления мировой экономики, что особенно сказалось на экспорте промышленных товаров и технологий [3; 4].

С 2016 г. товарооборот начал восстанавливаться благодаря новым инфраструктурным проектам и созданию территорий опережающего развития, что способствовало снижению барьеров и стимулировало инвестиции. Усиление логистических связей также увеличило объемы торговли.

С 2020 г. товарооборот значительно вырос на фоне геополитической переориентации России на восточные рынки. Возрос спрос Китая на российские ресурсы, включая нефть, газ, древесину и зерновые, что увеличило импорт с Дальнего Востока России.

В 2023 г. объем торговли достиг 2,15 млрд долларов, что свидетельствует о

стабильности экономических связей. Китай экспортирует промышленные товары, одежду и сельскохозяйственную продукцию, а Россия – энергоресурсы, сырье и продовольствие. Развитие транспортных коридоров («Приморье-1» и «Приморье-2») и строительство мостов через Амур упростили и ускорили обмен товарами.

Таким образом, стабильный рост объема торговли между Хэйлунцзяном и Дальним Востоком России в 2023 г. подтверждает успешность экономической интеграции и стратегическую важность взаимного сотрудничества. Усилия обеих сторон по развитию инфраструктуры и снижению барьеров на пути торговли создают условия для дальнейшего роста. При этом китайцы-иммигранты играют ключевую роль не только как участники рынка труда, но и как активные участники экономической кооперации, обеспечивая устойчивость и динамичное развитие приграничной торговли и бизнеса [1].

Китайские предприниматели также являются неотъемлемым звеном в сфере малого и среднего бизнеса в таких приграничных горо-

дах России, как Благовещенск и Владивосток. Их деятельность способствует созданию рабочих мест, а основные направления активности включают розничную торговлю, кооперативные фермерские хозяйства и сервисные компании.

Например, на рынке «Спортивная» во Владивостоке реализуется большая доля товаров из Китая, а Благовещенске магазины ориентированы как на местных жителей, так и на китайских туристов из соседнего города Хэйхэ, что стимулирует развитие гостиничного и ресторанного бизнеса.

Китайские-иммигранты также участвуют в создании совместных сельскохозяйственных предприятий. В Амурской области и Приморском крае работают тепличные комплексы и фермы по выращиванию зерновых культур и сои, на базе которых применяются китайские технологии. Например, китайские методы тепличного выращивания позволяют увеличить урожайность и продлить вегетационный период, что помогает снизить сезонный дефицит овощей и поддерживает продовольственную безопасность в регионе.

Деятельность иммигрантов из Китая способствует уменьшению безработицы в приграничных регионах России и стимулирует обмен технологиями. Внедрение китайских агротехнологий в тепличных хозяйствах и на фермах повышает эффективность производства, что создает возможности для экспорта продукции на китайский рынок.

Китайский капитал играет ключевую роль в развитии территорий опережающего развития (ТОР) и транспортных коридоров «Приморье-1» и «Приморье-2». Данные программы нацелены на привлечение инвестиций, создание рабочих мест и усиление торговых связей между Россией и Китаем.

ТОР предоставляют налоговые льготы и упрощенные административные процедуры, что снижает затраты инвесторов и привлека-

ет китайские компании. Примеры успешных проектов включают зоны «Большой Камень» и «Надеждинская», где создаются логистические центры и перерабатывающие предприятия, способствующие росту двусторонней торговли [5].

Коридоры «Приморье-1» и «Приморье-2» связывают китайские провинции с российскими портами, такими как Владивосток и Зарубино, сокращая время и стоимость доставки товаров. Кроме того, коридоры обеспечивают экспорт китайской продукции в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Европы через Дальний Восток России.

Китайские компании активно участвуют в строительстве портов и логистических узлов, включая мост через Амур между Благовещенском и Хэйхэ, что улучшает транспортные связи и стимулирует товарооборот. Подобные проекты способствуют успешной реализации инициативы «Один пояс – один путь» и интеграции региона в глобальные торговые потоки [3; 5].

Рассмотрев в рамках данного исследования экономическую роль китайцев-иммигрантов в трансграничном сотрудничестве между Северо-Восточным Китаем и Дальним Востоком России, авторы сделали следующие выводы:

- китайская миграция и инвестиции существенно влияют на экономическое развитие приграничных территорий Дальнего Востока России, создавая рабочие места и усиливая торговые связи;
- активное участие китайских иммигрантов в малом и среднем бизнесе укрепляет экономику регионов, особенно в таких направлениях, как розничная торговля и сельское хозяйство.
- программы ТОР и транспортные коридоры, такие как «Приморье-1» и «Приморье-2», улучшают логистику и торговые связи, создавая долгосрочные условия для устойчивого сотрудничества и роста.

Список литературы

1. Чжоу, Ю. Пространственные экономические связи, геоэкономические отношения и торгово-экономическое сотрудничество между Северо-Восточным Китаем и Дальним Востоком России. / Чжоу Ю. – Северо-Восточный финансово-экономический университет, 2017. – 134 с.
2. Залеская, О.В. Китайская миграция и трансграничные практики в российско-китайском взаимодействии на Дальнем Востоке: четыре этапа межкультурного диалога / О.В. Залеская // Изменяющиеся общества и личности. – 2020. – № 4. – С. 528–541.
3. Цзян, Чжэньцзюнь. Проблемы и возможности экономического сотрудничества между Се-

веро-Восточным Китаем и Дальним Востоком России в преддверии «Один пояс – один путь» / Цзян Чжэньцзюнь, Чжао Дунсю // *Business Economy*. – 2019. – № 3. – С. 186–194.

4. Васильева, Н.И. Стратегическое партнерство Российской Федерации и Китайской Народной Республики: правовые и экономические аспекты взаимодействия / Н.И. Васильева // *Вестник Московского университета: Серия «Глобалистика и геополитика»*. – 2019. – № 12. – С. 34–41.

5. Гнатюк, Г.А. Анализ потенциала будущего развития территории опережающего социально-экономического развития на Дальнем Востоке / Гнатюк Г.А., Чжао Инь // *Финансовые рынки и банки*. – 2023. – № 8. – С. 99–104.

References

1. Zhou, Yu. Spatial Economic Connections, Geoeconomic Relations, and Trade and Economic Cooperation between Northeast China and the Russian Far East. / Zhou Yu. – *Northeast University of Finance and Economics*, 2017. – 134 p.

2. Zaleskaia, O.V. Chinese Migration and Cross-Border Practices in Russian-Chinese Interaction in the Far East: Four Stages of Intercultural Dialogue / O.V. Zaleskaia // *Changing Societies & Personalities*. – 2020. – No. 4. – P. 528–541.

3. Jiang, Zhenjun. Issues and Opportunities for Economic Cooperation between Northeast China and the Russian Far East in the Context of the "One Belt – One Road" Initiative / Jiang Zhenjun, Zhao Dongxu // *Business Economy*. – 2019. – No. 3. – P. 186–194.

4. Vasilieva, N.I. Strategic Partnership between the Russian Federation and the People's Republic of China: Legal and Economic Aspects of Interaction / N.I. Vasilieva // *Bulletin of Moscow University: Series "Global Studies and Geopolitics."* – 2019. – No. 12. – P. 34–41.

5. Gnatyuk, G.A. Analysis of the Future Development Potential of Advanced Special Economic Zones in the Russian Far East / G.A. Gnatyuk, Zhao Yin // *Financial Markets and Banks*. – 2023. – No. 8. – P. 99–104.

© Юй Цзиньхун, Ван Янь, 2024

УДК 331.104, 331.108.2

Я.В. ХОМЕНКО

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей
сообщения», г. Екатеринбург

РЫНОК ТРУДА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Ключевые слова: компетенции работников; мировые тренды; персонал; пути решения; рынок труда; технологические вызовы.

Аннотация. В статье рассмотрены основные технологические вызовы, оказывающие воздействие на доступность информации в процессе социально-экономических взаимоотношений. Отмечено, что рынок труда, политические системы, технологический уклад и жизненная среда являются регуляторами рабочей силы в конкретной территориальной единице. В ходе проведения исследования были изучены мировые тренды развития рынка труда, оказывающие воздействие на эффективное использование трудовых ресурсов. Сформированы риски в обеспечении компаний высокотехнологичным персоналом. Исследованы новые подходы в развитии компетенций для удержания сотрудников в компании и удовлетворения их потребностей.

Введение

Ключевым элементом системы экономических взаимоотношений в процессе ценностно-поведенческого взаимодействия является рынок труда. Эффективное развитие данного экономического класса является основанием для успешного функционирования экономики страны и отдельного субъекта. При этом устойчивые связи рынка труда в определенном территориальном кластере зависят от условий труда в области экономики, производства, культуры, социальной сферы, сложившейся политики и традиций, а также наличия позитивных изменений в экосистеме. Из этого следует, что отличительной особенностью рынка труда являются качественные и структурные изменения, свойственные определенной

территориальной единице, которые отличают ее от принципов и системы функционирования других хозяйствующих единиц.

Сегодня в современном мире решающее воздействие на развитие социально-экономических взаимоотношений оказывают факторы, связанные с процессами интенсивного перехода к новой индустриализации. Ключевое место здесь отводится факторам, влияющим на производственную среду и процесс функционирования рынка труда. Поэтому актуальным становится вопрос изучения рынка труда с точки зрения влияния на него современных направлений эволюционного характера.

Технологические вызовы: возрастающий уровень сложности

За последние годы скорость изменений технологий в мирекратно увеличилась, что приводит к трансформации социально-экономических отношений и сферы услуг. Внедрение высокотехнологических решений свидетельствует о развитии эры, характерной для четвертой стадии индустриальной революции (рис. 1).

Распространение цифровых систем приводит к резкому увеличению объема и доступности информации. В результате наиболее дорогими компаниями становятся корпорации в области передовых информационных решений, а не предприятия топливно-энергетического комплекса [6].

Если в 2020 г. среди крупнейших компаний по капитализации было только пять компаний из области ИТ-технологий, то уже в 2023 г. высокотехнологичными предприятиями цифровой эры являются более 20 компаний. Анализ характеристик компаний в области ИТ-технологий приведен в табл. 1.

Умение пользоваться и обрабатывать данные является залогом успешного развития в



Рис. 1. Характерные черты индустриальной революции [2; 10]

Таблица 1. Список компаний, специализирующихся на ИТ-технологиях (по данным 2023 г.) [9]

Компания	Выручка, млрд руб.	Отрасль
Яндекс	800	Все виды онлайн-сервисов
Софтлайн	91	ИТ-инфраструктура
VK	60	ИТ-инфраструктура
Группа «Позитив»	11	ИТ-инфраструктура
Ланит-Интеграция	35	Системный интегратор

современном мире. Происходящие изменения охватывают самые разные стороны жизни: рынок труда, жизненную среду, политические системы, технологический уклад, и в конечном счете влияют на размещение производительных сил в регионе.

Ориентир на мировые тренды

Мировыми трендами развития рынка труда предусмотрено использование инноваций в таких направлениях, как промышленный интернет, обработка больших данных, искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность, высокоскоростные сети передачи

информации [3].

Важно отметить, что использование промышленного интернета позволяет внедрять технологии, дающие возможность людям и системам обмениваться данными в целях эффективного управления и координации действий.

Так, в Китае открыты целые направления бесплодных технологий в сфере логистики товаров и пассажиров. Данные изменения требуют наличия новых качеств у сотрудников (не только профессиональных умений, но и междисциплинарных знаний на стыке логистики и информационных систем, автоматизации процессов и других областей).

Переход к качественно новому этапу раз-

вития социально-экономических отношений требует следующего [1; 4].

1. Адаптивное и вычислительное мышление у работников, способных думать вне рамок и правил, обрабатывать большие объемы информации, выделять главное и делать объективные выводы. При этом сотрудникам нецелесообразно руководствоваться только статистическими данными, важно оперативно, зачастую в отсутствии какой-либо информации принимать управленческие решения или действовать в условиях ограниченности во времени.

2. Наличие определенных компетенций, знаний и умений как в отдельных (специфических) направлениях деятельности, так и в работе в многопрофильных бизнес-блоках. Это позволит находить решения в вопросах развития отдельного подразделения, компании и даже консорциума.

3. Умение работать с различной информацией, поступающей из множества источников с точки зрения ее достоверности, объективности, медиаграмотности. Важным элементом данного направления являются возможность развития своих профессиональных и коммуникабельных способностей, формирование и размещение собственных материалов в интернете для проведения семинаров, форумов, а также свободного взаимодействия с поставщиками и потребителями услуг.

4. Навыки проектной работы. Это умение сформировать образ будущего, определить пути достижения результата, организовать деятельность команды, а также умение работать в команде для создания проекта. Эти способности станут актуальны и чрезвычайно востребованы при реализации крупных инфраструктурных проектов.

В то же время конкуренция на рынке труда будет возрастать. Именно талантливый персонал позволит решить задачу повышения производительности за счет обновления и модернизации производства, внедрения новых технологий и совершенствования организации труда.

В результате возникнет проблема поиска грамотных инженеров, имеющих навыки и практический опыт в вопросах инновационных технологий и экономики труда.

Риски в обеспечении персонала

Сегодня очевидны риски в части дальней-

шего восполнения трудовых ресурсов и качества их подготовки [5; 7; 8].

1. Негативная демографическая ситуация в стране. По данным Росстата к 2025 г. количество трудоспособного населения снизится на 2 млн человек. В результате потребуются профессионально подготовленные работники, адаптированные к современным условиям, энергично внедряющие технологические новшества и продвигающие инновационные решения.

2. Корпоративная система дошкольного и общего образования существенно изменилась и не сможет соответствовать вызовам будущего. Привычную модель профориентации и подготовки «детский сад – школа – техникум/вуз» необходимо актуализировать в рамках динамичного развития технологического уклада жизни.

3. Компании могут не оправдать ожидания соискателей. Ценностью нового поколения является удовлетворение своих внутренних потребностей в компании путем возможного непринятия ценностей коллектива или группы работников. Ключевыми характеристиками в поиске потенциального работодателя являются возможность реализации внутреннего творческого потенциала соискателя и воплощения его идей в профессиональной среде, однозначное уважение к своему личному пространству и свободному времени, стремление к мастерству и лидерству.

4. Рост конкуренции среди работодателей за талантливых инженеров. Крупные промышленные компании (например: госкорпорация «Росатом», «Ростех», группа «Роснано», ПАО «Сибур») участвуют в федеральных и региональных проектах по выявлению и развитию одаренных детей (например, в программе «Сириус»).

Новые подходы в развитии компетенций

Для исключения негативных рисков необходимо предпринимать следующие шаги.

1. Оценка текущей ситуации. Нужно и дальше совершенствовать дошкольное и школьное образование, уделять особое внимание развитию детского воспитания, вовлеченности и любви к рабочим профессиям.

2. Реализация на базе образовательных учреждений школы будущих инженеров, которая является единым направлением реализа-

ции федеральных и региональных программ. Синхронизация основной образовательной деятельности со специальными курсами и проектной работой является особенной и наиболее важной частью школы, что станет основным принципом подготовки будущих инженеров, развития творческой и технической инициативы.

3. Создание современных лабораторий для изучения профильных дисциплин, а также площадок специальных курсов (информационно-коммуникационные технологии, проектирование и моделирование, технологические науки), центров развития личностных качеств и коллективного творчества.

В то же время сильная конкуренция за технические кадры, при общем снижении престижности ряда профессий, негативно повлияет на выбор места работы молодых людей. Сложные условия труда и его интенсивность, средний уровень заработной платы, повышенная ответственность – на это готовы идти не все соискатели. Связь фундаментальных знаний и реального производства станет основой для поступления на технические специальности.

Заключение

Таким образом, огромное значение имеет система дополнительного образования на начальной стадии профессиональной подготовки. Именно поэтому необходимо продолжить развитие детских лабораторий, так как это уникальный формат образования и становления личности. Они должны стать современным об-

учающим комплексом с теоретической и производственной подготовкой, отбором лучших и одаренных детей.

Сегодня мало научить азам технологии, важно сформировать у подрастающего поколения навыки технического мышления (способность к научно-техническому творчеству), соединив его с производственной деятельностью. Одним из инструментов для реализации представленной идеологии является создание технопарков, которые будут представлять собой многофакторную модель, позволяющую учить, развивать и формировать готовых специалистов, технически подготовленных и профессионально «ограниченных» на базе научно-исследовательских и инженерно-технических лабораторий.

Целью воспитания нового поколения являются популяризация технических специальностей, повышение престижа научного сообщества, что позволит сформировать экономически устойчивую среду для развития кадрового воспроизводства. Увязка науки, образования и реального производства является основой нового подхода в системе подготовки талантов. Решив двудединую задачу по созданию образцовой инженерной школы и формированию новой образовательной модели, компании смогут обеспечить высокий уровень профессионализма и технологической настойчивости персонала, гарантируют внедрение инноваций, добьются повышения производительности труда и безопасной эксплуатации бизнес-процессов, направленных на развитие экономики страны.

Список литературы

1. Аннаоразов, С. Социально-экономические последствия технологического прогресса / С. Аннаоразов, Г. Ахмедова, С. Байымова // Всемирный ученый. – 2024. – № 21. – С. 3–7.
2. Батракова, Л.Г. Особенности постиндустриальной экономики и перспективы ее развития в регионах России / Л.Г. Батракова // Социально-политические исследования. – 2021. – № 1(10). – С. 58–69.
3. Бувеч, А.П. Цифровая трансформация рынка труда: российский и мировой опыт / А.П. Бувеч // Экономика труда. – 2024. – № 6. – С. 785–798.
4. Зинич, А.В. Молодежь на рынке труда: влияние цифровизации и неопределенности мира профессий / А.В. Зинич, С.Г. Максимова, Ю.Н. Ревякина // Экономика труда. – 2023. – № 9. – С. 1353–1366.
5. Клименко, Г.А. Изменение форм взаимодействия субъектов трудовых отношений в современных условиях / Г.А. Клименко // Экономика труда: Международн. науч.-практ. журн. – 2024. – № 8. – С. 1215–1226.
6. Коржова, О.С. Влияние цифровизации бизнес-процессов предприятий на производительность труда персонала и занятость населения в Российской Федерации / О.С. Коржова, Т.Ю. Сту-

кен, Т.А. Лапина, Е.В. Коржов // Экономика труда. – 2023. – № 1. – С. 171–180.

7. Круглов, Д.В. Развитие трудового потенциала в условиях цифровизации / Д.В. Круглов, О.С. Резникова // Креативная экономика. – 2023. – № 11. – С. 3983–3996.

8. Лаврентьев, А.С. Согласование спроса и предложения профессиональных кадров в рамках региональной политики занятости населения / А.С. Лаврентьев // Экономика труда : Международн. науч.-практ. журн. – 2024. – № 8. – С. 1251–1266.

9. Рейтинг 20 крупнейших IT-компаний России по итогам 2023 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/news/819991>.

10. Чарыев, Р. Трансформация рынка труда в условиях автоматизации / Р. Чарыев, Р. Мяммедов, А. Бегенчбердиев, В. Ходжамырадов // Всемирный ученый. – 2023. – № 8. – С. 1–6.

References

1. Annaorazov, S. Sotsial'no-ekonomicheskiye posledstviya tekhnologicheskogo progressa / S. Annaorazov, G. Akhmedova, S. Bayumova // Vsemirnyy uchenyy. – 2024. – № 21. – С. 3–7.

2. Batrakova, L.G. Osobennosti postindustrial'noy ekonomiki i perspektivy ee razvitiya v regionakh Rossii / L.G. Batrakova // Sotsial'no-politicheskiye issledovaniya. – 2021. – № 1(10). – С. 58–69.

3. Buyevich, A.P. Tsifrovaya transformatsiya rynka truda: rossiyskiy i mirovoy opyt / A.P. Buyevich // Ekonomika truda. – 2024. – № 6. – С. 785–798.

4. Zinich, A.V. Molodezh' na rynke truda: vliyaniye tsifrovizatsii i neopredelennosti mira professiy / A.V. Zinich, S.G. Maksimova, YU.N. Revyakina // Ekonomika truda. – 2023. – № 9. – С. 1353–1366.

5. Klimenko, G.A. Izmeneniye form vzaimodeystviya sub"yektov trudovykh otnosheniy v sovremennykh usloviyakh / G.A. Klimenko // Ekonomika truda: Mezhdunarodn. nauch.-prakt. zhurn. – 2024. – № 8. – С. 1215–1226.

6. Korzhova, O.S. Vliyaniye tsifrovizatsii biznes-protsesov predpriyatiy na proizvoditel'nost' truda personala i zanyatost' naseleniya v Rossiyskoy Federatsii / O.S. Korzhova, T.YU. Stuken, T.A. Lapina, Ye.V. Korzhov // Ekonomika truda. – 2023. – № 1. – С. 171–180.

7. Kруглов, Д.В. Развитие трудового потенциала в условиях цифровизации / Д.В. Круглов, О.С. Резникова // Креативная экономика. – 2023. – № 11. – С. 3983–3996.

8. Lavrent'yev, A.S. Soglasovaniye sprosa i predlozheniya professional'nykh kadrov v ramkakh regional'noy politiki zanyatosti naseleniya / A.S. Lavrent'yev // Ekonomika truda : Mezhdunarodn. nauch.-prakt. zhurn. – 2024. – № 8. – С. 1251–1266.

9. Rejting 20 krupneyshikh IT-kompaniy Rossii po itogam 2023 goda [Electronic resource]. – Access mode : <https://habr.com/ru/news/819991>.

10. Charyyev, R. Transformatsiya rynka truda v usloviyakh avtomatizatsii / R. Charyyev, R. Myammedov, A. Begenchberdiyev, V. Khodzhamyradov // Vsemirnyy uchenyy. – 2023. – № 8. – С. 1–6.

© Я.В. Хоменко, 2024

УДК 338.1

Р.Ю. АЛЫМОВ¹, В.А. БЕРЕСНЕВА^{1,2}, Е.Н. СКАРЖИНСКАЯ¹
НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия»;
АНО «Спортивно-методический центр «Кафедра киберспорта», г. Москва

ИГРОВАЯ ИНДУСТРИЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ключевые слова: видеоигры; капитализация; креативная индустрия; разработка видеоигр; цифровые активы.

Аннотация. В статье выполнен анализ экономического потенциала игровой индустрии. Проведен анализ финансов десяти публичных компаний игровой индустрии, мировых лидеров и ведущих отечественных разработчиков видеоигр. Дана характеристика основных каналов дистрибуции видеоигр. Целью исследования является определить основные тенденции развития видеоигровой индустрии. Достижение цели обусловлено последовательным решением следующих задач: проведение ретроспективного анализа развития игровой индустрии; анализ финансов десяти публичных компаний игровой индустрии, мировых лидеров и ведущих отечественных разработчиков видеоигр; определение характеристик основных каналов дистрибуции видеоигр; моделирование трендов развития компаний игровой индустрии. Гипотеза исследования состоит в том, что анализ деятельности ведущих компаний, занимающихся разработкой и реализацией видеоигр, позволит определить тренды развития игровой индустрии. Методы исследования: анализ научной литературы, сравнительный анализ компаний игровой индустрии, финансовый анализ, проектирование и моделирование. По результатам исследования установлены тренды дистрибуции и монетизации видеоигр.

Введение

Видеоигры занимают ключевую позицию среди наиболее динамично развивающихся отраслей современной цифровой культуры. Глобальный рынок видеоигр демонстрирует устойчивый рост, что связано как

с развитием технологий, так и с изменением потребительских предпочтений в сторону цифрового досуга.

Согласно Федеральному закону от 08.08.2024 г. № 330-ФЗ «О развитии креативных (творческих) индустрий в Российской Федерации», видеоигровая индустрия является частью креативной экономики и теперь поддерживается на государственном уровне [1]. В связи с этим возникает необходимость научных исследований по данной тематике.

Анализ экономического потенциала игровой индустрии

По итогам 2023 г. объем мирового рынка видеоигр составил 184 млрд долларов США, подтвердив долгосрочный потенциал отрасли, несмотря на временные спады, такие как снижение на 5,1 % в 2022 г. [2]. Совокупный среднегодовой темп роста (*CAGR*) за период с 2016 по 2024 гг. оценивается в 8 %, что подчеркивает стратегическую значимость видеоигр в глобальной экономике.

В российском контексте рынок видеоигр также продемонстрировал значительный рост, особенно в период пандемии, увеличившись на 47 % в 2019–2021 гг. Несмотря на коррекцию, вызванную как окончанием пандемии, так и внешнеполитическими и экономическими факторами (специальная военная операция, санкции, уход зарубежных компаний), спрос на видеоигры в России сохраняется. В 2023 г. рынок вновь вернулся к росту, увеличившись на 4,7 % и достигнув 176 млрд рублей [2], что свидетельствует о его устойчивости и способности адаптироваться к изменяющимся условиям.

Таким образом, текущее состояние и перспективы как глобального, так и российского рынков видеоигр подчеркивают их роль не только в качестве цифрового источника развлечения, но и как важного элемента креативной

Таблица 1. Характеристика ТОП-10 зарубежных компаний-лидеров по производству и реализации видеоигр (на декабрь 2024 г.)

№ п/п	Компания	Количество сотрудников	Стоимость компании	Стоимость акции	Прибыль, млрд долларов	Страна
1	<i>Microsoft</i>	228 000	\$3,266 трл	\$439,33	110,77	США
2	<i>Tencent</i>	105 506	\$493,91 млрд	\$54,05	27,09	Китай
3	<i>Sony</i>	113 000	\$127,20 млрд	\$21,14	10,20	Япония
4	<i>Nintendo</i>	7 724	\$68,53 млрд	\$58,67	4,67	Япония
5	<i>Sea (Garena)</i>	62 700	\$64,02 млрд	\$111,47	0,39	Сингапур
6	<i>NetEase</i>	29 128	\$59,68 млрд	\$92,20	4,00	Китай
7	<i>Electronic Arts</i>	13 700	\$39,12 млрд	\$149,18	1,43	США
8	<i>Roblox</i>	2 457	\$39,08 млрд	\$59,56	–	США
9	<i>Take 2 Interactive</i>	12 371	\$32,55 млрд	\$185,39	–	США
10	<i>Aristocrat</i>	8 500	\$26,96 млрд	\$42,92	1,07	Австралия

экономики. Изучение этих рынков позволяет понять основные тенденции, вызовы и возможности для дальнейшего развития отрасли.

В научных исследованиях, посвященных видеоиграм, наблюдаются значительные различия в тематических акцентах в зарубежной и российской академической среде.

Зарубежные исследования преимущественно сосредоточены на изучении положительного влияния видеоигр на различные аспекты человеческой деятельности. В частности, в фокусе внимания находятся такие вопросы, как развитие когнитивных функций [3], улучшение навыков коллективного взаимодействия [4], влияние видеоигр на эмоциональное состояние и их применение в образовательной и терапевтической практике [5–7]. Исследователи акцентируют внимание на возможности использования видеоигр в качестве инструментов обучения, социализации, мотивации и профессиональной подготовки, включая моделирование сложных систем и экстремальных ситуаций.

В российской академической среде, напротив, основное внимание уделяется процессу локализации видеоигр [8; 9], включая лингвистические [10], культурные [11; 12] и технические [13] аспекты видеоигр. Также исследования охватывают анализ текущего состояния и перспективы видеоигровой индустрии [14].

Таким образом, тематические приоритеты отечественных исследований отражают специ-

фику научных подходов, культурных контекстов и особенностей рынка видеоигровой индустрии. Зарубежные исследования ориентированы на глобальное понимание воздействия видеоигр на человеческое поведение и общественные процессы.

Состояние видеоигровой индустрии в России и за рубежом

В настоящее время рыночная капитализация рынка видеоигровой индустрии составляет \$4,536 триллионов и находится на 19 месте после автономного вождения, общих инвестиций, розничной торговли, фармацевтики и других активно развивающихся сфер.

Индустрию видеоигр часто сравнивают с индустрией развлечений (2,345 триллионов долларов и 30 место), с киберспортом (644,85 млрд долларов и 56 место) и с азартными играми (292,1 млрд долларов и 83 место). В табл. 1 представлена краткая характеристика ТОП-10 зарубежных компаний-лидеров по производству и реализации видеоигр (на декабрь 2024 г.) [16].

Анализ данных о ведущих компаниях видеоигровой индустрии демонстрирует значительное разнообразие в их размере, экономических показателях и стратегии на рынке. Лидером по рыночной капитализации выступает *Microsoft* с оценкой в \$3,266 трлн и чистой

прибылью в \$110,77 млрд, что делает компанию не только доминирующим игроком в индустрии видеоигр, но и глобальным технологическим гигантом. Огромный штат сотрудников (228 000 человек) и высокая стоимость акций (\$439,33) подчеркивают ее мощную роль в экосистеме цифровых технологий, включая облачные сервисы и игровую платформу *Xbox*.

Tencent, занимающая вторую позицию с капитализацией в \$493,91 млрд и прибылью в \$27,09 млрд, демонстрирует успешную интеграцию игровой индустрии в свои экосистемы социальных медиа и цифровых платежей. Компании принадлежит крупнейший в мире портфель инвестиций в игровые студии, что делает ее важным игроком в мировой индустрии видеоигр.

Sony занимает третье место с капитализацией \$127,20 млрд, прибылью \$10,20 млрд и высокой численностью персонала (113 000 сотрудников). Ее успех объясняется популярностью бренда *PlayStation*, интеграцией игр с другими сегментами, такими как кино и музыка, и акцентом на разработку эксклюзивных продуктов.

Nintendo выделяется среди конкурентов своим относительно небольшим штатом (7 724 сотрудника) и более узкой специализацией. При капитализации \$68,53 млрд и прибыли \$4,67 млрд компания демонстрирует стабильность благодаря уникальным игровым продуктам и брендам, таким как *Mario* и *Zelda*.

Sea (Garena) и *NetEase* представляют быстрорастущий азиатский рынок, однако их экономические показатели разнятся. *Sea* с капитализацией \$64,02 млрд демонстрирует минимальную прибыль (\$0,39 млрд), что указывает на высокие операционные расходы и ориентацию на долгосрочные инвестиции. *NetEase* с капитализацией \$59,68 млрд и прибылью \$4,00 млрд демонстрирует более устойчивую бизнес-модель.

Американские компании, такие как *Electronic Arts*, *Roblox*, и *Take-Two Interactive*, занимаются разработкой популярных франшиз и активным внедрением новых моделей монетизации. Так, *Electronic Arts* и *Take-Two Interactive* имеют высокую стоимость акций (\$149,18 и \$185,39 соответственно), что отражает ожидания инвесторов относительно их долгосрочного роста. *Roblox* с капитализацией \$39,08 млрд и малым количеством сотрудников (2 457) делает акцент на платформенном

подходе и пользовательском контенте.

Aristocrat, компания из Австралии, отличается специализацией на разработке игровых автоматов и связанных с ними технологий, что формирует ее уникальную нишу на рынке.

В совокупности данные показывают разнообразие стратегий: от глобальных технологических платформ до компаний с узкой специализацией, что подчеркивает динамичность и многогранность индустрии видеоигр.

На текущий момент ни одна российская компания-разработчик или издатель видеоигр не разместила свои акции на открытых фондовых рынках. Это ограничивает их возможности привлечения капитала посредством *IPO* (первичного публичного размещения акций) и делает их менее интегрированными в глобальную финансовую систему индустрии видеоигр. Российскую игровую индустрию сложно оценить по единым критериям, потому что разработка и издательство видеоигр зависят от ряда факторов, включая относительно небольшие масштабы российского рынка видеоигр в сравнении с мировыми лидерами, сложности выхода на международные финансовые рынки, а также влияние экономических санкций, наложенных на Россию. По данным РВИ [2], лидерами являются *Lesta Games*, *Astrum Entertainment*, Софтклуб (1С), *Innova*, *Buka Entertainment*. Исследование, проведенное авторами на РЭД Экспо, позволяет к этому списку добавить 1С *Game Studios* с продуктами *Flying Circus*, «ИЛ-2 Штурмовик», «Калибр», «Сказки старой Руси», «Война миров: Сибирь» и ЭКС-БО – разработчика и издателя *STALCRAFT:X*. Также исследование показало, что есть высокий потенциал роста, в том числе экономический, у проектов отечественных инди-разработчиков (Сердце Алтая, *SPARTA 2035*, Золотая орда, Песнь Копья, *Smasher VR*, *Dead Weight*, *Kanun 1919*, Наше Детство, *The Last Eclipse*, *Dixotomia* и др.). Поэтому очень важно исследовать каналы дистрибуции и монетизации [17] видеоигр. В табл. 2 представлена характеристика основных цифровых каналов дистрибуции видеоигр.

Проведенное исследование показало, что разработчики и издатели фокусируются на собственных клиентских сервисах для минимизации зависимости от сторонних платформ и укрепления связи с пользователями. Этот тренд сопровождается развитием новых моделей монетизации, включая подписочные сервисы и внутриигровые покупки.

Таблица 2. Характеристика цифровых каналов дистрибуции видеоигр

Канал дистрибуции	Специфика и особенности	Примеры платформ
Цифровые платформы	Удобство покупки, широкий ассортимент, поддержка модификаций и внутриигровых покупок	<i>Steam, Epic Games Store, Riot Games Store, VK Play</i> и др.
Клиентские сервисы	Прямое взаимодействие разработчиков с игроками. Экосистемы с подписками, бонусами, эксклюзивным контентом и внутриигровыми событиями	<i>Ubisoft Connect, Battle.net, EA Play, Lesta Game Center</i> и др.
Подписочные платформы	Модель подписки предоставляет доступ к библиотекам игр за фиксированную ежемесячную плату. Включает скидки, ранний доступ и премиум-контент	<i>Game Pass, PlayStation Plus</i> и др.

Выводы

В мире нет доминирующей модели успешной компании по распространению видеоигр: значимую роль международного рынка занимают как компании, специализирующиеся только на разработке и издательстве видеоигр, так и компании-гиганты ИТ-сектора экономики.

При разработке видеоигры необходимо учитывать инструменты дистрибуции и монетизации, включая тренд на фремиум-модель (бесплатный доступ с монетизацией через кос-

метические предметы, подписки, боевые пропуска и др.).

Развитие этих тенденций подчеркивает важность анализа их влияния на экономику индустрии, поскольку изменение каналов дистрибуции и монетизации влияет на структуру доходов компаний, конкурентные преимущества и адаптацию к ожиданиям пользователей. Это требует комплексного подхода к исследованию текущих процессов и оценки их долгосрочных последствий для рынка видеоигр.

Список литературы

1. Федеральный закон от 08.08.2024 № 330-ФЗ «О развитии креативных (творческих) индустрий в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_482580.
2. Анализ рынка видеоигр в мире и России Strategy Partners x РВИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://strategy.ru/research/research/analiz-rossiyskogo-i-mirovogo-rynkov-videoigr-77>.
3. Prakash, R.S. Examining neural correlates of skill acquisition in a complex videogame training program / R.S. Prakash, A.A. De Leon, L. Mourany, H. Lee, M.W. Voss, W.R. Boot, C. Basak, M. Fabiani, G. Gratton, A.F. Kramer // *Front. Hum. Neurosci*, 2012.
4. Nilsen, R. Playing online videogames—more than just entertainment? A qualitative study of virtual social participation in persons with spinal cord injury / R. Nilsen, T. Johansen, M. Løvstad, A.M. Linnestad // *Front. Rehabil. Sci*, 2024.
5. Antequera-Barroso, J.A. Connect the dots: connecting problem solving and videogames in initial training of early childhood education teachers / J.A. Antequera-Barroso, E. Carmona-Medeiro // *Front. Educ*, 2024.
6. Kaldarova, B. Applying game-based learning to a primary school class in computer science terminology learning / B. Kaldarova, B. Omarov, L. Zhaidakbayeva, A. Tursynbayev, G. Beissenova, B. Kurmanbayev, A. Anarbayev // *Front. Educ*, 2023.
7. Ostiz-Blanco, M. Improving Reading Through Videogames and Digital Apps: A Systematic Review / M. Ostiz-Blanco J. Bernacer, I. Garcia-Arbizu, P. Diaz-Sanchez, L. Rello, M. Lallier, G. Arrondo // *Front. Psychol*, 2021.
8. Гончарова, Ю.Л. Переводческие неудачи при локализации видеоигр на русский язык (на материале видеоигры Genshin Impact) / Ю.Л. Гончарова, С.А. Куликова // *Актуальные проблемы*

лингвистики и лингводидактики : Материалы IX научно-практической интернет-конференции с международным участием, Ростов-на-Дону, 11–13 мая 2022 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2022. – С. 77–84.

9. Корчуганова, А.А. Когнитивно-прагматическая специфика локализации видеоигр (на материале видеоигры “Horizon Zero Dawn”) / А.А. Корчуганова // Когнитивные исследования языка. – 2024. – № 1-1(57). – С. 233–236.

10. Лемурова, А.В. Особенности использования французского языка в видеоиграх на примере видеоигры “stray” / А.В. Лемурова // Мультикультурный мир: проблемы прикладных наук и коммуникации : Сборник статей 12-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции (с международным участием), Санкт-Петербург, 22 мая 2023 года / РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ; ИНСТИТУТ «ПОЛЯРНАЯ АКАДЕМИЯ». – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2023. – С. 253–260.

11. Свинцовский, Э.Н. Опыт восприятия национальных культурных кодов в видеоиграх (на материале видеоигры Atomic Heart) / Э.Н. Свинцовский // Флагман науки. – 2024. – № 5(16). – С. 147–149.

12. Люльчак, М.А. Изучение проблем современной видеоигровой индустрии в прикладной культурологии / М.А. Люльчак // Новые тенденции в системе современного культурологического образования как основы мировоззренческой подготовки : материалы Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 17–18 ноября 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2024. – С. 208–213.

13. Гусенкова, Е.А. Видеоигра как аудиовизуальное произведение: проблема компрессии текста при субтитровании видеоигр (на примере "Fallout 4") / Е.А. Гусенкова // Язык, коммуникация и социальная среда. – 2020. – № 18. – С. 60–74.

14. Цыбульский, И.Е. Видеоигровая индустрия Российской Федерации: почему это важно, сильные и слабые стороны / И.Е. Цыбульский // Проблемы развития социально-экономических систем : Материалы VIII Международной научной конференции молодых ученых и студентов, Донецк, 18 апреля 2024 года. – Донецк : Донецкий национальный университет, 2024. – С. 129–132.

15. Largest video game companies by market cap [Electronic resource]. – Access mode : <https://companiesmarketcap.com/video-games/largest-video-game-companies-by-market-cap>.

16. Иванова, Е.Д. Наиболее эффективные каналы монетизации в киберспорте / Е.Д. Иванова // Шамовские чтения : Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Москва, 25 января – 03 февраля 2024 года. – М. : Научная школа управления образовательными системами, 2024. – С. 607–610.

References

1. Federal'nyy zakon ot 08.08.2024 № 330-FZ «O razvitii kreativnykh (tvorcheskikh) industriy v Rossiyskoy Federatsii» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_482580.

2. Analiz rynka videoigr v mire i Rossii Strategy Partners kh RVI [Electronic resource]. – Access mode : <https://strategy.ru/research/research/analiz-rossiyskogo-i-mirovogo-rynkov-videoigr-77>.

8. Goncharova, YU.L. Perevodcheskiye neudachi pri lokalizatsii videoigr na russkiy yazyk (na materiale videoigry Genshin Impact) / YU.L. Goncharova, S.A. Kulikova // Aktual'nyye problemy lingvistiki i lingvodidaktiki : Materialy IX nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Rostov-na-Donu, 11–13 maya 2022 goda / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii, Donskoy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. – Rostov-na-Donu : Donskoy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 2022. – S. 77–84.

9. Korchuganova, A.A. Kognitivno-pragmaticheskaya spetsifika lokalizatsii videoigr (na materiale videoigry “Horizon Zero Dawn”) / A.A. Korchuganova // Kognitivnyye issledovaniya yazyka. – 2024. – № 1-1(57). – S. 233–236.

10. Lemurova, A.V. Osobennosti ispol'zovaniya frantsuzskogo yazyka v videoigrakh na

primere videoigry “stray” / A. V. Lemurova // Mul'tikul'turnyy mir: problemy prikladnykh nauk i kommunikatsii : Sbornik statey 12-y Vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem), Sankt-Peterburg, 22 maya 2023 goda / ROSSIYSKIY GOSUDARSTVENNYY GIDROMETEOROLOGICHESKIY UNIVERSITET; INSTITUT «POLYARNAYA AKADEMIYA». – Sankt-Peterburg : Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskii universitet, 2023. – S. 253–260.

11. Svintsovskiy, E.N. Opyt vospriyatiya natsional'nykh kul'turnykh kodov v videoigrakh (na materiale videoigry Atomic Heart) / E.N. Svintsovskiy // Flagman nauki. – 2024. – № 5(16). – S. 147–149.

12. Lyul'chak, M.A. Izucheniye problem sovremennoy videoigrovoy industrii v prikladnoy kul'turologii / M.A. Lyul'chak // Novyye tendentsii v sisteme sovremennogo kul'turologicheskogo obrazovaniya kak osnovy mirovozzrencheskoy podgotovki : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Yekaterinburg, 17–18 noyabrya 2023 goda. – Yekaterinburg: Ural'skiy gosudarstvennyy pedagogicheskii universitet, 2024. – S. 208–213.

13. Gusenkova, Ye.A. Videoigra kak audiovizual'noye proizvedeniye: problema kompressii teksta pri subtitirovaniy videoigr (na primere "Fallout 4") / Ye.A. Gusenkova // YAzyk, kommunikatsiya i sotsial'naya sreda. – 2020. – № 18. – S. 60–74.

14. Tsybul'skiy, I.Ye. Videoigrovaya industriya Rossiyskoy Federatsii: pochemu eto vazhno, sil'nyye i slabyye storony / I.Ye. Tsybul'skiy // Problemy razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem : Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov, Donetsk, 18 aprelya 2024 goda. – Donetsk : Donetskii natsional'nyy universitet, 2024. – S. 129–132.

16. Ivanova, Ye.D. Naiboleye effektivnyye kanaly monetizatsii v kibersporte / Ye.D. Ivanova // Shamovskiye chteniya : Sbornik statey XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2-kh tomakh, Moskva, 25 yanvaryaya – 03 2024 goda. – M. : Nauchnaya shkola upravleniya obrazovatel'nymi sistemami, 2024. – S. 607–610.

© Р.Ю. Алымов, В.А. Береснева, Е.Н. Скаржинская, 2024

УДК 334.02

Т.В. НАТАЛЬИНА

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики
управления «НИНХ», г. Новосибирск

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННОМ СЕКТОРЕ

Ключевые слова: гибкие проектные инструменты; государственный сектор; проектное управление.

Аннотация. Статья анализирует подходы к проектному управлению на уровне региональных органов власти. Цель – разработать концептуально-логическую схему реализации проектного управления на основе гибридных методов, позволяющую преодолевать узкие места в проектном управлении на уровне органов государственной власти субъектов РФ. Для достижения цели решены следующие задачи: исследованы методические особенности реализации проектного управления в органах власти; обоснована возможность применения гибких методов проектного управления, таких как *Lean*, *Kanban* и *Scrum*; разработана авторская схема реализации проектного управления с использованием гибких методов. Гипотеза исследования заключается в том, что применение в проектном управлении на уровне органов государственной власти субъектов РФ классического методического подхода в сочетании с гибридным отвечает принципам гибкости и адаптивности. При проведении исследования использованы такие методы, как системный анализ, приемы систематизации и формализации информации, методы гибкого проектного управления (*Канбан*, *Lean*, *Scrum*). В результате исследования разработана авторская концептуально логическая схема, повышающая эффективность проектного управления для объективного отражения социально значимых результатов и генерирования общественного блага.

Проектное управление является одним из признанных инструментов повышения резуль-

тативности государственного управления. Необходимость внедрения проектного подхода в государственном секторе обусловлена рядом причин:

- наличием нормативных требований;
- необходимостью реализации стратегических проектов (национальных целей страны, отраслевых стратегий, стратегий развития регионов и т.д.);
- запросом от стейкхолдеров (населения в целом, отдельных социальных групп, бизнеса) на создание общественных благ и инфраструктуры, корректировку имеющихся элементов системы и государственных услуг [2].

Несмотря на наличие официального регламента по ведению проектной работы в государственных органах власти и методик, разработанных на федеральном уровне, региональные органы власти сталкиваются с определенными трудностями. Основная сложность заключается в адаптации проектного управления к условиям высокой неопределенности внешней среды.

Исследование автора показало, что классический подход к управлению проектами в государственных органах не отвечает современным условиям. Существует необходимость в разработке целостной системы управления проектами, которая базировалась бы на адаптивности и гибкости. Актуальность данной темы обусловлена потребностью в совершенствовании методического инструментария для достижения значимых социальных эффектов и создания общественной ценности.

Анализируя подходы к управлению проектами на уровне региональных органов власти, следует учитывать влияние внешних и внутренних факторов. Ключевую роль играют интересы участников, нормативно-правовая база и специфика процессов управления в государ-

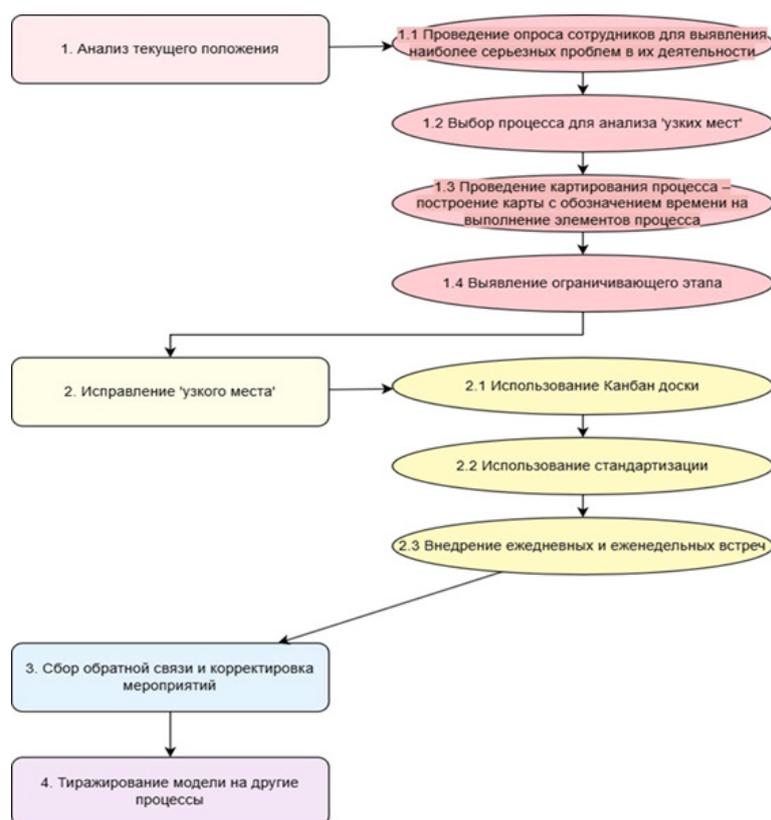


Рис. 1. Концептуально-логическая схема реализации гибридного методического подхода к управлению проектами

ственных учреждениях. А так как проектная деятельность – это совместная деятельность группы людей, то достигнутый результат зависит от всех участников группы, поэтому важны всесторонняя кооперация и взаимодействие [1]. Однако участие разнообразных государственных органов, каждый из которых преследует свои цели и работает на свои локальные показатели, усложняет процесс и требует множества согласований и, соответственно, удлиняет срок реализации проекта. Кроме того, процесс проектного управления подвержен воздействию подрядчиков, компаний, осуществляющих отдельные проектные работы (например, в сфере образования), и других участников из частного сектора, что также ведет к усложнению в коммуникации при реализации проектов и появлению дополнительных вводных.

Управление проектами часто сталкивается с препятствиями, связанными с бюджетными ограничениями. Так, изменение в ресурсном обеспечении проекта возможно только на начальном этапе, когда можно внести изменение

в бюджет, однако этот процесс растянут во времени, т.к. требует множественных согласований. Бюджетные ограничения являются существенной трудностью при реализации гибкого планирования, делая его практически невозможным.

Еще одна сложность связана с организацией мониторинга. Эффективный мониторинг предполагает принятие оперативных управленческих решений на основе выявленных отклонений фактических показателей от заданных с определением их причин и прогнозированием будущих результатов проекта. Однако в действующих условиях выявленные отклонения чаще всего передаются как аналитические данные на вышестоящий уровень управления. Это замедляет процесс устранения возникающих проблем и снижает общую оперативность проектного управления.

Оперативное внесение изменений на основе данных мониторинга также может свидетельствовать о гибкости и адаптивности системы управления проектной деятельностью. При реализации проекта с применением тра-

диционного подхода оперативное внесение изменений вызывает затруднения ввиду невозможности отклонения от среднесрочного или долгосрочного плана, даже если это объективно необходимо.

Вышеописанные причины снижают эффективность проектной работы на разных уровнях государственного управления в Российской Федерации.

Согласно результатам исследования, проведенного автором, добиться повышения эффективности можно применяя гибридные подходы, которые сочетают в себе гибкие методы, ускоряющие адаптацию и скорость реагирования на изменения, и классические методы, позволяющие реализовывать крупномасштабные проекты с большим числом участников.

Авторская концептуально-логическая схема реализации гибридного методического подхода к управлению проектами представлена на рис. 1.

Алгоритм применения гибридного проектного управления с использованием гибких проектных инструментов (*Lean*, *Kanban* и *Scrum*) состоит из четырех основных этапов.

1. Анализ актуальных процессов в проектном управлении, позволяющий выявить узкие места на основе интервьюирования участников процесса с последующим картированием процесса. Узким местом считается самый долгий процесс или требующий наибольшего объема ресурсов. Картирование процесса предполагает составление его схемы с детализацией этапов, определением их последовательности и обеспеченности ресурсами.

2. Преодоление узких мест с применением инструментов гибкого проектного управления. Методический подход предлагает задействовать инструмент *Lean* для стандартизации действий и мер, приводящих к рациональной унификации повторяющихся операций [5]. Результатом стандартизации является документ, представляющий собой правило или образец, на который сотрудник должен ориентироваться при выполнении задачи [3]. Согласно авторскому алгоритму стандартизация следует за картированием. Так, для решения проблем, выявленных в процессе картирования, в стандарте описывается процесс решения проблемы с помощью паспорта решения проблем. Также определяются основные шаги по сбору и

анализу данных о проблеме, по определению места и причин возникновения проблемы, проверке причинно-следственных связей, разработке контрмер и стандартизации процессов, распространению опыта.

Следующий инструмент для внедрения – канбан-доска, которая позволяет добиться максимальной прозрачности всех процессов и задач в проекте, а также оперировать задачами, меняя их очередность и приоритизацию [4]. Для органов власти это особенно важно, так как процессы могут быть сложными и многослойными. Использование канбан-доски совместно с другими органами власти или стейкхолдерами способствует улучшению коммуникации между различными сторонами реализации проекта. Все имеют доступ к актуальной информации о состоянии дел и могут вносить свои обновления, что минимизирует недоразумения и увеличивает эффективность взаимодействия.

Третий, предлагаемый к внедрению, инструмент – *Scrum*-совещания или ежедневные короткие встречи для синхронизации участников команды. Каждый участник по очереди кратко отвечает на вопросы, касающиеся его области проекта, особенно на те, для решения которых требуется помощь коллег.

3. Сбор обратной связи и корректировка мероприятий. Для сбора обратной связи могут применяться техники интервьюирования и опросов. Гибкие инструменты также можно использовать на этапе корректировки мероприятий. В частности, ежедневные встречи используются для координации действий команды, следовательно, и выявления препятствий, которые могут требовать изменений и корректировочных действий.

4. Тиражирование модели на другие процессы является дополнительным преимуществом подхода.

Предлагаемая схема акцентирует внимание на использовании целого спектра инструментов, которые взаимодействуют между собой для анализа и улучшения процессов. Главное преимущество этого подхода в его адаптивности: он не требует строгих указаний, а предлагает гибкость в выборе стратегии действий. При этом внедрение гибких инструментов не предполагает отказ от классического подхода к управлению проектами, а наоборот, их рациональную интеграцию, что подтверждает выдвинутую гипотезу исследования. Специ-

фика государственного сектора обуславливает необходимость использования подходов, так как это помогает управлять ри-

сками, интегрировать проектную систему в иерархию государственной власти и соблюдать культуру государственной службы.

Список литературы

1. Жданов, Э.Р. Роль совместной проектной деятельности в эффективной реализации инновационных проектов / Э.Р. Жданов, О.С. Харина, Р.А. Яфизова // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 5. – С. 372–377.
2. Маршова, Т.Н. О критериях качества государственных проектов / Т.Н. Маршова, И.А. Кириченко // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2022. – №4. – С. 61–96.
3. Негреева, В.В. Стандартизация как инструмент реализации принципов бережливого производства / В.В. Негреева, Е.И. Алексашкина, А.И. Круглова [и др.] // Modern Economy Success. – 2020. – № 5. – С. 211–217.
4. Alaidaros, H. The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities / H. Alaidaros, M. Omar, R. Romli //Independent Journal of Management & Production. – 2021. – Vol. 12. – No. 8. – P. 2535–2550.
5. Degirmenci, T. Standardization and certification in lean manufacturing / T. Degirmenci // MS thesis. – University of Waterloo, 2008. – P. 106.

References

1. Zhdanov, E.R. Rol' sovmestnoy proyektnoy deyatel'nosti v effektivnoy realizatsii innovatsionnykh projektov / E.R. Zhdanov, O.S. Kharina, R.A. Yafizova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 5. – S. 372–377.
2. Marshova, T.N. O kriteriyakh kachestva gosudarstvennykh projektov / T.N. Marshova, I.A. Kirichenko // Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya. – 2022. – №4. – S. 61–96.
3. Negreyeva, V.V. Standartizatsiya kak instrument realizatsii printsipov berezhlivogo proizvodstva / V.V. Negreyeva, Ye.I. Aleksashkina, A.I. Kruglova [i dr.] // Modern Economy Success. – 2020. – № 5. – S. 211–217.

© Т.В. Натальяина, 2024

Abstracts and Keywords

V.O. Artyushin, K.Y. Dereguзов, L.A. Oreshnikova, V.N. Kalashnikova

Identifying Semantic Structures in Text Corpora Using Machine Learning

Keywords: corpus linguistics; machine learning; syntactic analysis; semantic roles.

Abstract. The objective is to study methods of automatic semantic annotation of texts based on corpus data. The tasks include the analysis of the effectiveness of machine learning tools for text tagging; development of methods for automating semantic analysis. The research methods were corpus analysis, syntactic and semantic parsing, and use of ontologies. Results are as follows: a method of annotation using WordNet and UDPipe is proposed, its advantages for processing large corpora are demonstrated.

I.V. Zaitseva, N.I. Zakharova, V.V. Zakharov, N.I. Litovka

Modeling of Antagonistic Interaction of Economic Objects with Incomplete Information

Keywords: model; antagonistic objects; economy; incomplete information.

Abstract. The article deals with the simplest case of two economic objects competing in an antagonistic way. The antagonism of the interaction of objects is expressed in the fact that the first object seeks to maximize the value of the discrepancy between the parameters of the two systems, and the second to minimize it. The purpose of the study is to develop a mathematical model in the form of a set of differential equations, each of which reflects the dynamics in time of a well-defined numerical parameter. The objectives of the study are the choice of mathematical apparatus for formalizing the problem and characterizing the state of an economic object at each given moment of time, and the value of which the governing body of this object seeks to increase by the means available to it. The article provides examples of measuring random perturbations of the parameters of evolving objects.

S.A. Illarionov, L.V. Graholskaya, A.O. Manturov

Exploring the Possibilities of Modeling in the Socio-economic Development of Territories

Keywords: modeling; socio-economic development; forecasting; project activities; socio-economic programs.

Abstract. The article examines the application of technologies and methods of mathematical modeling in the management of socio-economic development of territories, using the example of Moscow. The key stages of model construction are considered: data collection, formalization of relationships, scenario analysis, as well as a design approach to the development of territories using modeling.

The article examines the importance of modeling in forecasting the main indicators of territorial development: economic growth, demographic dynamics, infrastructure development, as well as the dynamics of social services. The article considers the integration of the results of mathematical modeling of socio-economic development of territories into practical management tasks, which makes it possible to form the most effective development strategies and make informed decisions.

The advantages of modeling for optimizing the use of resources, improving forecasts, and minimizing risks during the implementation of socio-economic programs are shown.

The goal of the study is to consider and explore the possibilities of modeling in the socio-economic development of territories using the example of Moscow. The objectives are to consider the main stages

of building mathematical models; to assess the role of the project approach in managing territorial development using the example of Moscow; to consider the existing advantages of modeling in order to predict and optimize the use of resource territorial potential; to study the features of integrating modeling into management practice. The hypothesis is as follows: using an integrated mathematical modeling process with a project-based approach, it is possible to influence the level of socio-economic development of Moscow, while ensuring the greatest management efficiency, predictive accuracy, and minimizing risks in the long-term sustainable development of this territory. Research methods are the study of literary sources, comparison, data analysis, scenario analysis for potential development options. The results are as follows: the article reviewed models that predicted GRP indicators, demographic dynamics with infrastructure development; it also proved the effectiveness of the project approach, which ensured the process of fulfilling strategic tasks in the form of GRP growth, cost optimization in the healthcare sector, and education. In practice, it was shown how the integration of modeling makes it possible to reasonably allocate resources and make decisions for sustainable development using the example of Moscow.

V.G. Nizameev, F.F. Basharov

Assessment of the Bearing Capacity of the Roof Girder Made of Thin-Walled Profiles Given the Specifics of their Stress-Strain State

Keywords: thin-walled cold-rolled steel profile; maximum load; local stability; stability.

Abstract. The purpose of the work is to study thin-walled cold-bent metal profiles with complex resistance and to evaluate their bearing capacity using the example of a pitched roof run. The analytical tasks of studying the stress-strain state of thin-walled profiles using the techniques laid down in domestic norms and European standards have been performed and the main features of determining their bearing capacity have been identified.

V.G. Nizameev, F.F. Basharov, D.M. Mikhalash

Numerical Studies of the Stress-Strain State of Girders Made of Thin-Walled Cold-Bent Steel Profile

Keywords: girder; thin-walled cold-rolled steel profile; maximum load; local stability.

Abstract. The purpose of the study is to assess the bearing capacity of runs made of thin-walled cold-bent steel profiles, taking into account their joint work with profiled flooring. Using the Lira-CAD and Femap&Nastran PCs, the tasks of numerical investigation of the stress-strain state (VAT) of thin-walled profile runs with complex resistance, taking into account physical and geometric nonlinearity, were performed. The maximum bearing capacity of the girders has been determined, taking into account their joint work with profiled flooring at different roof slopes.

A.O. Penzin, A.G. Obukhov

Approaches to Modeling Effective Information Security Systems in Higher Education Institutions

Keywords: information; information security; information protection; threat; attack; artificial intelligence; information protection system; modeling.

Abstract. The purpose of the article is to define approaches to modeling effective information security systems in higher education institutions. The article emphasizes the relevance of ensuring information security in the sectors of activity of the Russian Federation, provides statistics on the impact of intruders on the education sector, presents negative consequences for information in educational institutions, substantiates the need to improve the information protection system of an educational institution, develops a typical structure of the organization's information protection system. The

existing methods and mechanisms of information protection in organizations are analyzed, the main types of models in system analysis are listed, the general stages of system modeling are described, existing examples of the implementation of information protection systems in the world community are considered, and solutions for information protection in various educational institutions of our country are listed. It is concluded that in connection with the growing interest in artificial intelligence technologies and the increase in cases of its application in various attacks on the information of higher educational institutions, it is necessary to comprehensively apply existing methods and mechanisms of information protection, as well as constantly improve the information protection system in accordance with the new capabilities of intruders, for these purposes it is necessary to be able to apply modern modeling methods, which will allow a timely response to modern threats to information security.

E.M. Rudoi

Development and Evaluation of a New Approach to Modular Testing of Payment Systems Using JUnit and Mockito

Keywords: unit testing; payment systems; JUnit; Mockito; contract testing; asynchronous processes; test automation.

Abstract. The aim of this research is to develop a new approach to unit testing for payment systems to enhance testing quality and reduce development time. The hypothesis assumes that the proposed approach, based on the integration of JUnit and Mockito with automated mock configuration, API contract validation, and support for asynchronous operations, will improve code coverage and reduce the number of errors.

The objectives are to develop mechanisms for automated mock configuration, API contract testing, database state management, and asynchronous process verification. The methods are as follows the approach utilizes JUnit, Mockito, Pact, CountdownLatch, and CompletableFuture to implement tests. As a result of the study, it was found that the proposed approach increases code coverage to 85 %, reduces production errors by 30 %, and shortens test development time by 25 %.

D.A. Skvortsova, B.A. Shvayko, N.O. Romanov, N.A. Filin

Analysis of the Correlation Coefficients of the Indicators of Sustainable Development Goals

Keywords: sustainable development goals; sustainable development criteria; correlation analysis; data normalization.

Abstract. The purpose of the article is to calculate the correlation coefficients between 176 indicators of sustainable development goals. The main task is to identify statistically significant indicators, normalize them, build a correlation matrix and determine the distribution functions of the values of the correlation coefficients. The following methods were used to solve the problems: calculating the statistical power for various alternative hypotheses, using various methods of data normalization, computational methods for restoring regression. The main results are: out of the entire data set, 38 % of the indicators turned out to be statistically significant, which were brought to a single norm by the robust sigmoid function, and the correlation coefficients were calculated. In this case, the coefficients with positive values are most fully described by the Gaussian law, and the distribution of coefficients with negative values is most fully described by the Weibull distribution, which makes it possible to determine the mutual influence of the SDG indicators for the subsequent construction of a data mart.

Development of a System with Access Level Differentiation in Accordance with the Bell-Lapadula or Harrison-Ruzzo-Ullman Security Models

Keywords: automated system; information security; security models; access level differentiation models; software; development.

Abstract. The increasing security threats in automated systems necessitate the development of tools for creating secure automated systems.

The purpose of this study is to develop a system for building and analyzing security models based on the Bell – Lapadula (**BLP**) and" Harrison – Ruzzo – Ullman (**HRU**) models based on ValMax software.

To do this, it was necessary to solve the following tasks: to analyze existing security models and access control systems; to develop an interpreter and an instruction language for these models.

The proposed solution allows you to design access-level systems based on the Bell – Lapadula or Harrison – Ruzzo – Ullman models and simplifies the process of de-signing security systems, makes it possible to visualize the access structure and identify potential vulnerabilities.

A.D. Georgievsky, Yu.Yu. Cheremukhina

Determining the Maturity Level of Processes in the Information Security Management System

Keywords: production; quality management; management; customer orientation; marketing; software; management.

Abstract. Determination of the maturity level of processes in the information security management system. To achieve the purpose of the study, the tasks of analyzing works related to the level of maturity were studied, functional principles were determined. The problematic is defined, which consists in the fact that universalism manifests itself, among other things, in the somewhat general nature of the construction of a quality management system and the content of its individual requirements. Therefore, the implementation processes should take into account the specifics of the organization and the sector in which it operates, that is, it is necessary to use a situational approach related to the specifics of the radio-electronic complex. Research methods included analysis, comparison, grouping, systematization, generalization, induction and deduction, and forecasting. It follows from the results of the study that a necessary and sufficient condition for evaluating the processes of an organization at the maturity level n is formed when more than 60 percent of the processes of functioning of the regulatory and methodological management system.

Li Lunbin, Wang Shiyang, Teng Haikun

Research on Blockchain-based Medical Data Protection and Exchange Technology

Keywords: blockchain; medical data; protection; sharing technology.

Abstract. With the rapid development of medical informatisation, the issues of security and privacy of medical data are becoming increasingly important. The aim of the article is to explore the possibilities of using blockchain technology to protect and exchange medical data. The objectives are to highlight the features of the technology of medical data protection using blockchain; to consider the possibilities of blockchain to protect medical data in the process of their exchange; to describe practical scenarios of blockchain application in medicine. The hypothesis assumes that: block chain technology will eliminate information risks in the management and use of medical data. The results are as follows: the article considers the basic principles, architecture design, application scenarios and future trends in the development of blockchain-based technology for the protection and exchange of medical data.

Conclusions: blockchain technology has significant potential to protect medical data and support the digital transformation of the medical industry as a whole.

A.A. Chmelev, O.V. Voronkova

Securing Media Traffic and Signaling Channels in WebRTC Applications Using SRTP and DTLS

Keywords: WebRTC; SRTP; DTLS; encryption; data protection; media traffic; signaling channel; information security.

Abstract. This article explores methods for securing media traffic and signaling channels in WebRTC applications using SRTP and DTLS protocols. The analysis includes their impact on system performance, such as latency, packet loss, and connection establishment time. The test results demonstrate that the combined use of SRTP and DTLS ensures a high level of security but increases system load, especially during scaling. To minimize the impact of encryption on performance, recommendations are proposed to optimize WebRTC applications under high-security requirements.

V.G. Okromelidze, A.N. Yusupov, E.A. Serikova

Algorithm of Adaptive Control of a Robotic Gripper

Keywords: robotic hand; control algorithm; virtual model; object deformation; manipulation; adaptation.

Abstract. The aim of the research was to identify a control strategy for a three-fingered robotic hand in order to enable the capture and subsequent manipulation of objects of a deformable structure. In the course of achieving this goal, a review of literature sources considering methods of robotic object capture over the past 5 years was carried out, mathematical modeling of the kinematics of the fingers of the hand and the dynamics of the auxiliary mechanisms was carried out, a mathematical model of the regulator of the power circuit for controlling the hand drives was developed, a control algorithm and software for controlling a digital robot model. The paper proposes a force regulator model which combines sliding mode and linear control, and an algorithm for capturing objects by a robot, taking into account the risk of material destruction during manipulation. The paper proposes a force controller model and an algorithm for capturing objects by a robot, taking into account the risk of material destruction during manipulation. The algorithm is based on the adaptation of the control system to the properties of the object during interaction with it. The results of experiments set using a virtual model to test the ability to grasp and subsequently manipulate objects are briefly presented. The experimental results show that the proposed approach allows regulating the compression force of an object for safe manipulation.

E.A. Malyavin, V.P. Smolentsev, T.V. Tsymbal, I.Yu. Poddubnykh

A Method of Manufacturing and Separating Assembly Elements with Flexible Metal Housing

Keywords: flexible body; heating element; metal wire; anodic dissolution; metal frame.

Abstract. The paper presents a method for improving the manufacturing quality and performance characteristics of products containing flexible metal housings of heating elements, as well as flexible elements of parts made of metal wire. The wire is applied to a metal frame repeating the geometry of the part. Defect-free removal of the metal frame is achieved by creating the required gap by anodic dissolution of the allowance from the metal frame in electrolytes with different aggregate states. The latter is achieved by the fact that before winding the wire, the metal frame is given a shape accessible for winding, mainly with a rectilinear axis; an electrolyte is applied to the metal frame, each of which is converted to a solid state until a surface layer no thicker than the interelectrode gap is formed. After

that, a flexible metal body of the part with a gap between the turns is wound from wire onto the metal frame with a rheological liquid in the solid state of the layer on the surface of the frame. The metal frame is connected to the positive pole, and the metal body of the part is connected to the negative pole of the low-voltage current source, and the voltage is increased until the current instability appears at the poles. The process of anodic dissolution of the metal frame is carried out until a gap is formed between the flexible metal body of the part and the metal frame and these assembly elements are separated. The proposed method relates to the field of mechanical engineering and can be used in the manufacture of flexible metal bodies of heating elements and elements of parts made of metal wire. A visualization of the proposed method is presented. Examples of the method implementation in the production of parts with a flexible body are given.

A.I. Rodionov, A.P. Kalinin, I.D. Rodionov, V.E. Skvortsov

Selection of a Cathodoluminophore with Maximum X-ray Intensity for a Laboratory Pulsed X-ray Source at a Tube Anode Voltage of 20-25 KV

Keywords: X-ray tube; cathodoluminophore; spectrogram; visible spectrum; silicon oxide; beryllium; glass bulb.

Abstract. The study aims to conduct a study of a large number of phosphors to select a phosphor with the maximum energy output of the X-ray tube, using the X-ray fluorescence complex “Prizma-Eco”. Research objectives are registration of spectrograms of the energy distribution of X-ray fluorescence of phosphors, determination of the content of heavy metals in the phosphor and flask glass, assessment of the attenuation of X-ray radiation in the glass of the X-ray tube flask. The research hypothesis is based on the assumption that the content of various heavy metals in the phosphors and glass of the X-ray tube bulb has a strong influence on the generation of X-ray radiation and its passage through the glass of the bulb. The study used a method of X-ray spectroscopy was used, implemented using the Prizma-Eco complex by irradiating a phosphor sample with radiation from an X-ray tube, registering the luminescent radiation emanating from the sample with a detector and its spectral analysis. The results are as follows: among all similar phosphors, the KLK-3-NL type sample has the highest energy yield. Due to the separation of heavy elements, the glass of the bulb contains zinc and arsenic, but their amounts are relatively small, so additional X-ray solar cells with voltages greater than 15 keV will not be used. Practical significance of the research is determined by the ability of the method presented in the work to select X-ray tube phosphors with the highest energy output, which makes it possible to form various radiation patterns, including for obtaining volumetric images of samples.

V.V. Borisov, Yu.Yu. Cheremukhina

Risk Assessment of Transfer Process Control Configurations in the Rocket and Space Industry

Keywords: development of configurations; management of the transferred process in the rocket and space industry; quality management system; risk management; risk-oriented approach.

Abstract. The purpose of the article is to highlight configuration management of the transferred process through risk management. The objectives of the article are to identify the risks for each configuration and propose measures to counter them. The paper substantiates the normative, methodological and applied necessity of developing control configurations for transferred processes in the rocket and space industry. The results are as follows: each configuration was analyzed using the risk assessment methodology. The index of each type of risk within a specific configuration is determined, and solutions for their parrying are proposed.

F.M. Galimov, B.F. Galimov

Assuring the Quality of Tests in Laboratories Based on Risk Management

Keywords: risk probability; identification, testing laboratory; quality management; risk assessment; personnel; risk management.

Abstract. The objective is to present a risk management methodology for ensuring the quality of testing laboratories (TL). The tasks are to identify the features of TL quality management; to determine the role of risk management in ensuring the quality of tests; to develop a risk management methodology. The hypothesis suggests that the quality assurance of TL will be higher if the proposed risk management methodology is implemented. The methods included analysis of the features of the TL quality management system; generalization of the experience of applying risk management in TL; synthesis of a risk reduction methodology. The results are as follows: a methodology for ensuring quality in TL based on risk management is proposed, including: setting goals and defining principles, establishing policy and process characteristics, choosing identification and assessment methods in the interests of risk minimization.

E.V. Ivanov, A.Yu. Tumanov

Methods for Improving the Quality of Production Processes during the Transition to Industry 4.0

Keywords: Industry 4.0; digitalization; cyber-physical systems; Internet of Things; artificial intelligence; quality management; railway engineering.

Abstract. The article examines the impact of Industry 4.0 technologies, such as cyber-physical systems, the Internet of Things, big data, and artificial intelligence, on quality standards in railway engineering. It explores approaches to automation, predictive maintenance, and the use of digital twins to optimize processes, minimize defects, and enhance the efficiency of production activities.

S.A. Fakhrieva, P.A. Balaev, R.D. Lizogub, A.S. Tsvetkov

Automatic Sectioning of Overhead Power Transmission Lines as a Way to Increase the Reliability of Rural Electric Networks

Keywords: partitioning; automatic disconnecter; recloser; reliability indicators; rural area; electric distribution network.

Abstract. This article explores a potential solution to the problem of low reliability in the power supply of distribution networks in rural areas. The aim of the study is to demonstrate the effectiveness of improving power supply reliability indicators for rural consumers by integrating automatic sectionalizing points for overhead lines, based on reclosers and automatic disconnectors, into existing networks. The study used an experimental method to assess the degree of reliability improvement in a 10 kV distribution network section by creating a mathematical model in a specialized software package.

R.R. Kopeykin, D.K. Dmitrakhov, A.N. Baykin, M.M. Khasanov

Design Algorithm of Oil Field Development System Taking into Account Self-Induced Hydraulic Fractures

Keywords: hydrodynamic study; rock fracture pressure; modeling; injection well; reservoir pressure maintenance; design; production geophysical research; field development system; hydraulic fracturing; development system management.

Abstract. One of the main problems of oil and gas field operation is self-induced hydraulic fracturing that occurs during flooding. It is necessary to consider this phenomenon at the stage of designing the development system to reduce negative consequences. The purpose of the study is to improve the process of oil field development design. The tasks include generalization of the hydrocarbon field development process at all stages of its life cycle, creation of an integrated model that takes into account the phenomenon of spontaneously developing hydraulic fracturing cracks, development of a special research program aimed to obtain the parameters of initiation and growth dynamics of cracks, and creation of a development system design methodology based on the results of solving previous problems. Methods of physical and mathematical modeling and logical methods were used in the research. The result of the work is the algorithm for oil field development designing taking into account self-induced fracture. The way can be applied to the extraction of reserves contained in low-permeability reservoirs (where the phenomenon is most common), since it allows taking into account the growth of man-made cracks and, accordingly, ensuring the design of an optimal variant of field development and its adaptation at all stages of the life cycle of the object.

T.I. Koroteev, M.A. Charuyskaya

Assessing the Impact of Digital Technology Readiness Levels on the Effectiveness of their Implementation at Industrial Enterprises

Keywords: digital technologies; assessment; readiness; model.

Abstract. The study aims to consider the peculiarities of assessing the impact of digital technology readiness levels on the effectiveness of their implementation by industrial enterprises. The objectives are to outline the essence of assessing the level of readiness of digital technologies; to consider the approaches and methods used to carry out the assessment; to highlight the features of assessing and analyzing the readiness of digital technologies at an industrial enterprise. The hypothesis suggests that qualitative and reliable assessment of the level of readiness of digital technologies will reduce technological risk, reduce unforeseen losses and increase the efficiency of the enterprise. The results are as follows: the article presents the principles of assessment, formalizes the diagram of digital technology readiness levels and proposes a model for assessing the impact of technology readiness on the efficiency of its implementation. It is concluded that the assessment of digital technology readiness should be carried out with the use of adaptive technology and take into account the peculiarities of industrial production.

E.G. Tymchuk

Features of Quality Management at Fishing Enterprises

Keywords: fishing enterprises; features of quality management; methodology IDEF0.

Abstract. The relevance of the study is due to the economic feasibility of reducing the number of management systems at fishing enterprises, their integration to reduce the cost of their individual maintenance. The purpose of the study is to analyze the features of quality management at fishing enterprises in the context of the creation of methodological materials for the development of an integrated quality management system.

A.Yu. Tumanov

Modeling of Atmospheric Air Quality Assessment Processes Based on the Integral Pollution Criterion

Keywords: quality; atmosphere; mathematical model; pollution index; integral criterion.

Abstract. The aim of the work is to determine the dynamics of changes in atmospheric air quality in a populated area using mathematical models based on the criterion of integral atmospheric pollution

(ISA). Research methods – a method for studying atmospheric pollution based on an integral criterion. The hypothesis of the study is that the pollution of the atmosphere should be determined on the basis of a comprehensive index of atmospheric pollution, taking into account several impurities. The result of the work is the identification of the main air pollutants in St. Petersburg.

S.E. Kalyazina

Prospects for the Application of Agent-Oriented Approach in the Management of Project Activities of the Organization

Keywords: agent-based modeling; multi-agent system; project portfolio; project management; project management; strategic management; PRINCE2; TOGAF.

Abstract. This article discusses the possibility of using multi-agent systems at all levels of project management of an organization's activities – from strategic management to project portfolio management and specific projects, with the identification of priority stages.

The purpose of the study is to describe the tasks of the stages at all levels of project management of an organization and to study the issue of applying an agent-oriented approach to project management, as well as to propose an option for integrating a system based on an agent-oriented approach and to describe its structure in general. The objectives of the study are to identify the stages at all levels of project management of an organization where it is advisable to use multi-agent systems.

The hypothesis of the study is that the overall efficiency of an organization can be increased by optimally distributing all types of resources and optimally selecting projects through the use of an agent-oriented approach to project management. The study uses methods of analysis, economic-mathematical and simulation modeling.

The result of the work from a theoretical point of view is that a new approach to project management of an organization is covered, and a model of the relationship of IT systems with the inclusion of a multi-agent system in the IT infrastructure of the organization is proposed. From a practical point of view, a new approach to project management based on multi-agent systems, when applied in practice, allows optimizing the project activities of an organization.

Сунь Линань, Чжан Фуцзюй, Ли Шань

Анализ и расчет уравнения диффузии реакции первого типа

Ключевые слова: стабильность; уравнение диффузии реакции; уравновешенное решение.

Аннотация. В работе был изучен класс уравнений диффузии реакций, характеризующих изменения плотности популяций. В исследовании используется сочетание теоретических исследований и численного моделирования. Результаты показывают, что такие уравнения имеют два стационарных решения в разных начальных и граничных условиях, то есть уравнение является уравнением с двойным стабильным состоянием. Цель данной статьи заключается в том, что анализируется и вычисляется равновесное решение уравнения и его стабильность в одномерном пространстве. Исследование, распространяемое на двухмерное и высокомерное пространство, является главной задачей данной работы. В результате исследования мы пришли к выводу, что в совокупности эти факторы и элементы представляют собой динамическую модель равновесия, которая может отражать сложное поведение экосистем. Сочетание теории и практики является главным методом данной статьи.

A.A. Agapov-Ivanov, O.V. Voronkova

Formation and History of Development of Transportation Services in the Leningrad Region

Keywords: transport infrastructure; history of development; transport of the Leningrad Region.

Abstract. The article is devoted to the study of the formation and development of the transportation infrastructure of St. Petersburg and the Leningrad region from its inception to the present day. The paper analyzes electronic resources, as well as scientific articles by other authors. The purpose of this paper is to study the way of transport infrastructure of St. Petersburg and the Leningrad region, to determine the geographical features and trends in the development of transport infrastructure of the city. The tasks of the research include the study of literature on the selected topic and their analysis, search for electronic resources with historical information. Methods of achieving the results are the study of reports, historical documents and references on the work of transportation from the beginning of the founding of the city. The result of the research is the statement that St. Petersburg is a key city in the transport infrastructure of the Russian Federation.

V.V. Asaul, E.I. Rybnov

Social Trends in the Labor Market and Problems of Labor Management in Construction

Keywords: construction organization; labor force management; crisis; social trends; pandemic; sanctions; labor migration.

Abstract. The article examines social trends in the labor market and problems of labor force management in construction in times of crisis: pandemic, sanctions, etc. It is necessary to take into account social trends – slowdown in labor migration, revision of forms of full-time and remote work, the need for digital transformation of the economy. The author proposes a number of measures to adapt a construction organization to crisis conditions: rapid retraining; change in leadership and management competencies; introduction of a culture of trust, transparency and openness; improvement of individual and social well-being; implementation of work in more flexible ways.

A.A. Belyaeva, A.V. Komarov

The Role of Private Investment in the Construction of Social and Industrial Infrastructure Facilities

Keywords: public-private partnership; social infrastructure; industrial infrastructure; investment in construction.

Abstract. The article examines the role of attracting private investment through the PPP mechanism for the construction of social and industrial infrastructure facilities. The analysis of the dynamics and structure of the PPP mechanism in domestic and foreign practice was conducted, which made it possible to identify trends in the development of the mechanism and determine key areas of application. The article focuses on the relevance of the mechanism in the context of a deficit of budgetary allocations and the need to stimulate industrial potential. The article also describes the prospects for using quasi-forms of PPP to increase interest on the part of the private partner with the help of state guarantees.

V.S. Burylov, S.S. Dymny, M.I. Kirsanova, E.E.O. Mamedov

Development of Fundamental Basis of Quality Economics

Keywords: optimization; system; sustainable development; quality economics.

Abstract. The relevance of the study lies in the importance of economic issues in quality management. The purpose of the study is to determine the directions for further development of the fundamental principles of quality economics in modern conditions, in particular, the sustainable development of society. The objectives include the analysis of modern trends in sustainable development that affect economic issues in the field of quality, the formation of the main directions for the development of the theory of quality economics of sustainable development. In this work, the authors confirmed the hypothesis of identifying the main directions for the development of theoretical

and methodological foundations of the theory of quality economics in the context of sustainable development of society. The study is based on general scientific methods of cognition, such as methods of logic, analysis, classification, generalization, and optimization. As a result, the authors formulated the directions of modern development of the science of quality economics of sustainable development, defined the main categories and models of quality optimization.

A.A. Zalaliev, E.V. Bardasova

State of Resource Security of the Food Industry of the Republic of Tatarstan

Keywords: dynamics; production volume; food industry; Republic of Tatarstan; resource security; agricultural products; sustainable development.

Abstract. The study presents the results of the assessment of resource availability of the food industry of the Republic of Tatarstan (RT). The objectives were to determine the types of resources that are the basis of the resource potential of the industry; to provide the dynamics of changes in the volume of agricultural production in RT. The hypothesis suggests that provision of resources to the food industry of RT will be more effective with an increase in the volume of agricultural production. The research methods included statistical analysis, assessment of the dynamics of resource production. The results are as follows: the role of agricultural products in the resource base of the food industry is substantiated; the dynamics of livestock and crop production are characterized; the provision of more than 100 % of the food industry of RT with such resources as sunflower oil, milk, sugar is revealed.

E.A. Kirillova

Monitoring and Evaluation of the Dynamics of Changes in the Participants of the Innovation Ecosystem as a Basis for Analyzing its Development Taking into Account the Requirements of Economic Security

Keywords: analysis of innovative competencies of socio-economic entities; strategic analysis tools; the concept of dynamic abilities; assessment of the innovation ecosystem; threats to economic security.

Abstract. Localization of ecosystem formations as points of growth of innovative processes within the country stands out as one of the national economic security priorities. Innovative ecosystems at the present stage combine resources and abilities not only of different volume and complexity, but also of different degrees of manifestation and development prospects. In this regard, within the framework of this study, the goal was to develop an approach to assessing the capabilities of the innovation ecosystem based on changes in its participants. To achieve this goal, one of the tasks was to take into account modern threats to the external environment and the specifics of their manifestations. It was suggested to rely on a combination of resources and abilities of participants with different complementary and non-mutually exclusive scenarios. Within the framework of the considered approach, in addition to the importance of each of them in the context of interaction, it is proposed to supplement their specialization, which was not previously applied at the level of a group of interacting subjects. It is also proposed to take into account the type of resource involvement of the participant in the evaluation system.

K.P. Kolotyryn, K.A. Petrov, E.V. Borodastova

The Importance of Scientific Developments in Ensuring Food Security

Keywords: agro-industrial complex; implementation; innovations; scientific developments; self-sufficiency.

Abstract. The study examines the problems of the development of the agro-industrial complex in ensuring food security and the impact of the introduction of scientific developments of scientific and

educational organizations. The purpose of the article is to identify the key areas of interaction between science, education and the practical implementation of the innovative potential of scientists. The article pays special attention to the contribution of scientists from agricultural universities of the country to solving food security through grant support mechanisms, participation in the implementation of state programs and the introduction of digital platforms and solutions in the integrated development of the agro-industrial complex. As a result of the analysis, it can be concluded that the importance of measures to increase the effectiveness of state support for the introduction of scientific developments in the real sector is increasing, and production efficiency is increasing, which affects the solution of the tasks of food security of the country.

A.A. Kuznetsov, D.A. Komarov

The Role of Robotics Technologies in Achieving Sustainable Development Goals

Keywords: sustainable development; SDG indicators; soft robotics; biodegradable robots.

Abstract. In modern conditions, the problem of achieving the Sustainable Development Goals by 2030 arises. In this regard, the relevance of research on the problems of developing and implementing soft robotics technology in various spheres of human economic activity increases. The purpose of the research is the development and implementation of soft robotics technology in various fields of human activity. The objectives are to identify current trends in the development of robotics technology, to analyze and evaluate their application and to identify the limitations of using soft robotics technologies to achieve sustainable development goals. The research hypothesis involves the analysis of the prospects for the use of soft robots in areas that require solving global problems based on the principles of sustainable development. The research methods included a systematic approach, generalization, comparative analysis. The results are as follows: the SDG indicators in various fields of activity are analyzed, a number of measures to support economic growth and sustainable development are proposed, limitations of the use of soft robotics technology in the national economy that are currently in force are identified.

V.A. Pogonyshv, D.A. Pogonysheva

Issues of Ensuring the Personnel Security of Digital Agriculture Organizations

Keywords: security; personnel security; risk; digital agriculture.

Abstract. The article discusses trends in ensuring the personnel security of agricultural enterprises. General scientific methods were used. It is established that the management of personnel security risks causes an increase in the cost of the organization. The influence of digital solutions on the formation of new employee competencies is considered. The scientific novelty of the research consists in identifying the directions of ensuring the personnel security of market subjects of digital agriculture.

Yu.E. Semenova, A.A. Kurochkina, E.N. Ostrovskaya

Agrotourism in the Arctic – Development Problems and Investment Prospects

Keywords: agrotourism; investments in tourism; the Arctic zone of Russia.

Abstract. In modern conditions, the development of tourism in the Arctic zone of Russia is becoming increasingly important. One of the most interesting trends is the development of agrotourism in this region. The purpose of the article is to consider the prospects for the development of agrotourism in the Arctic and identify the most serious problems hindering investment activity in this field. The hypothesis of the study is the assumption that the Russian Arctic has great potential associated with

the development of agrotourism. The main research methods in the article are the analysis of scientific literature, methods of management theory and organization theory. Based on the results of the study, the authors concluded that Russian business is interested in developing agrotourism in the Arctic zone, but faces a number of economic and bureaucratic problems. Nevertheless, agrotourism in the Arctic has good potential and is promising from the point of view of investment.

Yu.E. Semenova, E.N. Ostrovskaya, A.Yu. Panova

Transformation of Economic Institutions under the Influence of Digitalization

Keywords: digitalization; track effect; the “poverty trap”; digital infrastructure.

Abstract. The digital economy serves as a catalyst for economic progress but also has the potential to overcome the “poverty trap”. Traditionally, many regions have fallen into this trap due to a lack of capital, technology and labor, which has made it difficult to achieve sustainable economic and social development. The purpose of the article is to consider the impact of the digital economy on the development of institutions. The hypothesis of the study is that the development of the digital economy makes it possible to solve the problem of the “poverty trap”. The main research methods in the article are the analysis of scientific literature, methods of management theory and institutional economics. According to the results of the study, the authors concluded that due to the widespread use of digital technologies, the marginal costs of acquiring information and expertise have significantly decreased, which opens up more opportunities for participation in economic activities. This highlights the key role of technology and innovation in accelerating economic development.

Yu Jinhong, Wang Yan

The Economic Role of Chinese Immigrants in Cross-Border Cooperation between Northeast China and the Russian Far East

Keywords: Chinese migration; the economic role of Chinese immigrants; the economy of the Russian Far East; cooperation between Northeast China and the Russian Far East; the economy of China and Russia.

Abstract. This article examines the economic role of Chinese immigrants in Russia’s Far East, focusing on their contributions to cross-border cooperation, investment, and small and medium-sized businesses. The study analyzes factors affecting labor mobility, trade dynamics between Heilongjiang Province and Russia's Far East (2010–2023), and the economic impact of migrants in the region. Using comparative and statistical analysis, findings show that Chinese immigrants bolster agriculture, small business, and technology exchange, promoting long-term cooperation. The hypothesis suggests that their active role strengthens regional cross-border collaboration, business growth, and technological development.

Y.V. Homenko

The Labor Market: Technological Challenges and Solutions

Keywords: employee competencies; global trends; personnel; solutions; labor market; technological challenges.

Abstract. The article examines the main technological challenges that affect the availability of information in the process of socio-economic relations. It is noted that the labor market, political systems, technological structure and living environment are the regulators of the labor force in a particular territorial unit. During the study, global trends in the development of the labor market were studied, which have an impact on the effective use of labor resources. Risks have been formed in

providing companies with high-tech personnel. New approaches in the development of competencies for retaining employees in the company and meeting their needs are explored.

R.Yu. Alymov, V.A. Beresneva, E.N. Skarzhinskaya

The Gaming Industry: Current State and Prospects

Keywords: video games; digital assets; game development; capitalization; creative industry.

Abstract. This article analyzes the economic potential of the gaming industry. It includes a financial analysis of 10 publicly traded gaming companies, global leaders, and prominent domestic game developers. The study characterizes the main distribution channels for video games. The aim of the research is to identify key development trends in the video game industry. Achieving this goal involves the following tasks: conducting a retrospective analysis of the gaming industry's development, financial analysis of 10 public gaming companies, global leaders, and leading domestic game developers; defining the characteristics of primary video game distribution channels; and modeling trends in the development of gaming companies. The research hypothesis posits that analyzing the activities of leading companies involved in video game development and distribution will reveal trends shaping the industry's future. Methods used in this research include literature review, comparative analysis of gaming companies, financial analysis, and projection and modeling. The results of the study identify trends in the distribution and monetization of video games.

T.V. Natalina

Peculiarities of Project Management in the Public Sector

Keywords: project management; flexible project tools; public sector.

Abstract. The article analyzes the approaches to project management at the level of regional authorities. The aim is to develop a conceptual and logical scheme of project management implementation based on hybrid methods, which allows identifying and preventing bottlenecks in project management at the level of public authorities of the subjects of the Russian Federation. To achieve the goal the following tasks are set: methodological features of project management implementation in government agencies are investigated; the possibility of applying flexible methods of project management such as Lean, Kanban and Scrum is substantiated; the author's scheme of project management implementation using flexible methods is developed. The hypothesis of the study is that the application of the classical methodological approach in project management at the level of public authorities of the constituent entities of the Russian Federation in combination with a hybrid approach meets modern requirements, as well as the principles of flexibility and adaptability. The research used such methods as system analysis, methods and techniques of systematization and formalization of information, methods of flexible project management (Kanban, Lean, Scrum). As a result of the study, the author's conceptual and logical scheme that increases the effectiveness of project management for the objective reflection of socially significant results and generation of public good was developed.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

В.О. АРТЮШИН аспирант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: artyushinvl@gmail.com	V.O. ARTYUSHIN Postgraduate Student, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: artyushinvl@gmail.com
К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ магистрант Российского университета транс- порта, г. Москва E-mail: dereguzov34@gmail.com	K.YU. DEREGUZOV Master's Student, Russian University of Transport, Moscow E-mail: dereguzov34@gmail.com
Л.А. ОРЕШНИКОВА магистрант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: oreshnikovaljudmila@yandex.ru	L.A. ORESHNIKOVA Master's Student, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: oreshnikovaljudmila@yandex.ru
В.Н. КАЛАШНИКОВА магистрант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: Vera_kalashnikova_2012@mail.ru	V.N. KALASHNIKOVA Master's Student, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: Vera_kalashnikova_2012@mail.ru
Д.С. ДРАГОМИРОВ магистрант Уральского федерального уни- верситета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург E-mail: maxkolganow@yandex.ru	D.S. DRAGOMIROV Master's Student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg E-mail: maxkolganow@yandex.ru
И.В. ЗАЙЦЕВА кандидат физико-математических наук, заве- дующая кафедрой высшей математики и физики Российского государственного гидро- метеорологического университета, г. Санкт- Петербург E-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru	I.V. ZAYTSEVA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of Department of Higher Mathematics and Physics, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru
Н.И. ЗАХАРОВА кандидат педагогических наук, доцент ка- федры информационных систем Северо- Кавказского федерального университета, г. Ставрополь E-mail: nizakharova@mail.ru	N.I. ZAKHAROVA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Information Systems, North Caucasus Federal University, Stavropol E-mail: nizakharova@mail.ru
В.В. ЗАХАРОВА кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь E-mail: vvzakharov@mail.ru	V.V. ZAKHAROVA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Computer Science, Stavropol State Agrarian University, Stavropol E-mail: vvzakharov@mail.ru

Н.И. ЛИТОВКА

кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой высшей математики и информатики Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В.М. Кокова, г. Нальчик
E-mail: nanael@mail.ru

N.I. LITOVKA

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of Department of Higher Mathematics and Computer Science, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik
E-mail: nanael@mail.ru

С.А. ИЛЛАРИОНОВ

аспирант Поволжского института управления имени П.А. Столыпина – филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Саратов
E-mail: kafprinform-piu@ranepa.ru

S.A. ILLARIONOV

Postgraduate Student, Volga Region Institute of Management named after P.A. Stolypin – Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Saratov
E-mail: kafprinform-piu@ranepa.ru

Л.В. ГРАХОЛЬСКАЯ

кандидат экономических наук, доцент, исполняющая обязанности заведующего кафедрой прикладной информатики и моделирования Поволжского института управления имени П.А. Столыпина – филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Саратов
E-mail: kafprinform-piu@ranepa.ru

L.V. GRAKHOLSKAYA

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of Department of Applied Informatics and Modeling, Volga Region Institute of Management named after P.A. Stolypin – Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Saratov
E-mail: kafprinform-piu@ranepa.ru

А.О. МАНТУРОВ

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики и моделирования Поволжского института управления имени П.А. Столыпина – филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Саратов
E-mail: kafprinform-piu@ranepa.ru

A.O. MANTUROV

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Applied Informatics and Modeling, Volga Region Institute of Management named after P.A. Stolypin – Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Saratov
E-mail: kafprinform-piu@ranepa.ru

В.Г. НИЗАМЕЕВ

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой механики Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань
E-mail: nizameev_kisi@mail.ru

V.G. NIZAMEEV

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of Department of Mechanics, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan
E-mail: nizameev_kisi@mail.ru

Ф.Ф. БАШАРОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры механики Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань
E-mail: fb008@mail.ru

F.F. BASHAROV

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Mechanics, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan
E-mail: fb008@mail.ru

<p>Д.М. МИХАЛАШ студент Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань E-mail: fb008@mail.ru</p>	<p>D.M. MIKHALASH Student, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan E-mail: fb008@mail.ru</p>
<p>А.О. ПЕНЗИН аспирант, начальник управления информационно-телекоммуникационной инфраструктуры Тюменского индустриального университета, г. Тюмень E-mail: anton_toshiba@mail.ru</p>	<p>A.O. PENZIN Postgraduate Student, Head of Information and Telecommunications Infrastructure Department, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: anton_toshiba@mail.ru</p>
<p>А.Г. ОБУХОВ доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Российской Академии Естествознания, член Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, г. Москва E-mail: obuhovag@tyuiu.ru</p>	<p>A.G. OBUKHOV Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Member of the Russian National Committee on Theoretical and Applied Mechanics, Moscow E-mail: obuhovag@tyuiu.ru</p>
<p>Е.М. РУДОЙ старший ИТ-инженер (Java-разработчик) АО «СберТех»; член ассоциации «Hackathon Raptors», г. Москва E-mail: rudoy95@mail.ru</p>	<p>E.M. RUDOI Senior IT Engineer (Java Developer), SberTech JSC; Member of the Hackathon Raptors, Moscow E-mail: rudoy95@mail.ru</p>
<p>Д.А. СКВОРЦОВА кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: skvortsova_da@bmstu.ru</p>	<p>D.A. SKVORTSOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: skvortsova_da@bmstu.ru</p>
<p>Б.А. ШВАЙКО аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: b.shvayko@bmstu.ru</p>	<p>B.A. SHVAYKO Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: b.shvayko@bmstu.ru</p>
<p>Е.А. АНИСИМОВА магистрант Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: Katyadychenko1771@mail.ru</p>	<p>E.A. ANISIMOVA Master's Student, Russian University of Transport, Moscow E-mail: Katyadychenko1771@mail.ru</p>
<p>Н.О. РОМАНОВ аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: account4work@yandex.ru</p>	<p>N.O. ROMANOV Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: account4work@yandex.ru</p>

<p>Н.А. ФИЛИН студент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: filin_na@bmstu.ru</p>	<p>N.A. FILIN Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: filin_na@bmstu.ru</p>
<p>С.А. БЕЛЕЦКИЙ кандидат технических наук, доцент кафедры защиты информации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: beleckij@mirea.ru</p>	<p>S.A. BELETSKY Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Information Security Department, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: beleckij@mirea.ru</p>
<p>В.Д. ШИШОВ специалист информационно-вычислительного центра МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: shishov265@gmail.com</p>	<p>V.D. SHISHOV Specialist of the Information and Computing Center, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: shishov265@gmail.com</p>
<p>А.Б. ШУКЕНБАЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-аналитических систем кибербезопасности МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: shukenbaev@mirea.ru</p>	<p>A.B. SHUKENBAEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information and Analytical Systems of Cybersecurity, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: shukenbaev@mirea.ru</p>
<p>А.Д. ГЕОРГИЕВСКИЙ аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: ausey@bk.ru</p>	<p>A.D. GEORGIEVSKY Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: ausey@bk.ru</p>
<p>Ю.Ю. ЧЕРЕМУХИНА кандидат технических наук, доцент кафедры проблем управления МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: cheremukhina@mirea.ru</p>	<p>YU.YU. CHEREMUKHINA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Control Problems, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: cheremukhina@mirea.ru</p>
<p>ЛИ ЛУНЬБИНЬ доцент Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 763203449@qq.com</p>	<p>LI LUNBIN Associate Professor, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 763203449@qq.com</p>
<p>ВАН ШИЬИН доцент Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 596657732@qq.com</p>	<p>WANG SHIYING Associate Professor, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 596657732@qq.com</p>
<p>ТЭН ХАЙКУНЬ старший преподаватель Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 114785186@qq.com</p>	<p>TENG HAIKUN Senior Lecturer, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 114785186@qq.com</p>

<p>А.А. ЧМЕЛЕВ соискатель; старший инженер-разработчик полного цикла, технический лидер ООО «Вайлдберриз», г. Москва E-mail: an.chmelev@gmail.com</p>	<p>A.A. CHMELEV Candidate for PhD; Senior Full-Cycle Development Engineer, Technical Leader, Wildberries LLC, Moscow E-mail: an.chmelev@gmail.com</p>
<p>О.В. ВОРОНКОВА доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: nauka-bisnes@mail.ru</p>	<p>O.V. VORONKOVA Doctor of Economics, Professor, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: nauka-bisnes@mail.ru</p>
<p>В.Г. ОКРОМЕЛИДЗЕ инженер Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики, г. Санкт-Петербург E-mail: v.okromelidze@rtc.ru</p>	<p>V.G. OKROMELIDZE Engineer, Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics, St. Petersburg E-mail: v.okromelidze@rtc.ru</p>
<p>А.Н. ЮСУПОВ кандидат биологических наук, ведущий программист Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики, г. Санкт-Петербург E-mail: a.n.yusupov@yandex.ru</p>	<p>A.N. YUSUPOV Candidate of Science (Biology), Leading Programmer of the Central Research and Experimental Design Institute of Robotics and Technical Cybernetics, St. Petersburg E-mail: a.n.yusupov@yandex.ru</p>
<p>Е.А. СЕРИКОВА кандидат технических наук, доцент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: serikova_ea@spbstu.ru</p>	<p>E.A. SERIKOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: serikova_ea@spbstu.ru</p>
<p>Е.А. МАЛЯВИН аспирант Воронежского государственного технического университета, г. Воронеж E-mail: mea1902@bk.ru</p>	<p>E.A. MALYAVIN Postgraduate Student, Voronezh State Technical University, Voronezh E-mail: mea1902@bk.ru</p>
<p>В.П. СМОЛЕНЦЕВ доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения Воронежского государственного технического университета, г. Воронеж E-mail: vsmolen@inbox.ru</p>	<p>V.P. SMOLENTSEV Doctor of Engineering, Professor, Department of Mechanical Engineering Technology, Voronezh State Technical University, Voronezh E-mail: vsmolen@inbox.ru</p>
<p>Т.В. ЦЫМБАЛ аспирант Воронежского государственного технического университета, г. Воронеж E-mail: cymbal85@mail.ru</p>	<p>T.V. TSYMBAL Postgraduate Student, Voronezh State Technical University, Voronezh E-mail: cymbal85@mail.ru</p>

<p>И.Ю. ПОДДУБНЫХ аспирант Липецкого государственного технического университета, г. Липецк E-mail: Lanaya55@yandex.ru</p>	<p>I.YU. PODDUBNYKH Postgraduate Student, Lipetsk State Technical University, Lipetsk E-mail: Lanaya55@yandex.ru</p>
<p>А.И. РОДИОНОВ кандидат физико-математических наук, научный руководитель Акционерного общества «Научно-технический центр «Реагент», г. Москва E-mail: apkalinin@mail.ru</p>	<p>A.I. RODIONOV Candidate of Science (Physics and Mathematics), Scientific Director of Joint-Stock Company “Scientific and Technical Center “Reagent”, Moscow E-mail: apkalinin@mail.ru</p>
<p>А.П. КАЛИНИН доктор физико-математических наук, начальник отдела Акционерного общества «Научно-технический центр «Реагент», г. Москва E-mail: apkalinin@mail.ru</p>	<p>A.P. KALININ Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Head of Department, Joint Stock Company "Reagent Scientific and Technical Center", Moscow E-mail: apkalinin@mail.ru</p>
<p>А.И. РОДИОНОВ доктор физико-математических наук, главный конструктор Акционерного общества «Научно-технический центр «Реагент», г. Москва E-mail: apkalinin@mail.ru</p>	<p>A.I. RODIONOV Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Chief Designer, Joint Stock Company "Reagent Scientific and Technical Center", Moscow E-mail: apkalinin@mail.ru</p>
<p>В.Э. СКВОРЦОВ заместитель генерального директора Научно-производственного предприятия «Видеоэлектроника», г. Талдом E-mail: apkalinin@mail.ru</p>	<p>V.E. SKVORTSOV Deputy General Director, Scientific and Production Enterprise "Videoelectronics", Taldom E-mail: apkalinin@mail.ru</p>
<p>В.В. БОРИСОВ аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: zic604.1@mail.ru</p>	<p>V.V. BORISOV Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: zic604.1@mail.ru</p>
<p>Ф.М. ГАЛИМОВ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электронного приборостроения и менеджмента качества Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н. Туполева, г. Казань E-mail: far-galim@yandex.ru</p>	<p>F.M. GALIMOV Doctor of Engineering, Professor, Head of Department of Electronic Instrumentation and Quality Management, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan E-mail: far-galim@yandex.ru</p>
<p>Б.Ф. ГАЛИМОВ аспирант Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н. Туполева, г. Казань E-mail: 1bulat.talub@gmail.com</p>	<p>B.F. GALIMOV Postgraduate Student, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan E-mail: 1bulat.talub@gmail.com</p>

<p>Е.В. ИВАНОВ аспирант Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: makler-89@mail.ru</p>	<p>E.V. IVANOV Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: makler-89@mail.ru</p>
<p>А.Ю. ТУМАНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: toumanov@mail.ru</p>	<p>A.YU. TUMANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Metrological Support of Innovative Technologies and Industrial Safety, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: toumanov@mail.ru</p>
<p>Р.Р. КОПЕЙКИН аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: kop.r_r@mail.ru</p>	<p>R.R. KOPEIKIN Postgraduate Student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: kop.r_r@mail.ru</p>
<p>Д.К. ДМИТРАЧКОВ инженер Новосибирского государственного университета, г. Новосибирск E-mail: d.dmitrachkov@g.nsu.ru</p>	<p>D.K. DMITRACHKOV Engineer, Novosibirsk State University, Novosibirsk E-mail: d.dmitrachkov@g.nsu.ru</p>
<p>А.Н. БАЙКИН кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Новосибирского государственного университета; старший научный сотрудник Института гидродинамики имени М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск E-mail: alexey.baykin@gmail.com</p>	<p>A.N. BAIKIN Candidate of Science (Physics and Mathematics), Senior Researcher, Novosibirsk State University; Senior Researcher, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk E-mail: alexey.baykin@gmail.com</p>
<p>М.М. ХАСАНОВ доктор технических наук, директор по науке группы компаний «Газпром нефть», г. Новосибирск E-mail: khasanov.MM@gazprom-neft.ru</p>	<p>M.M. KHASANOV Doctor of Engineering, Director of Science, Gazprom Neft Group of Companies, Novosibirsk E-mail: khasanov.MM@gazprom-neft.ru</p>
<p>Т.И. КОРОТЕЕВ аспирант Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», г. Москва E-mail: tar.kor2012@yandex.ru</p>	<p>T.I. KOROTEEV Postgraduate Student, Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow E-mail: tar.kor2012@yandex.ru</p>
<p>М.А. ЧАРУЙСКАЯ кандидат экономических наук Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», г. Москва E-mail: tarkor@bk.ru</p>	<p>M.A. CHARUYSKAYA Candidate of Science (Economics), Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow E-mail: tarkor@bk.ru</p>

<p>Е.Г. ТИМЧУК кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: gore802@mail.ru</p>	<p>E.G. TIMCHUK Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Systems Management of the Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: gore802@mail.ru</p>
<p>С.Е. КАЛЯЗИНА старший преподаватель Высшей школы бизнес-инжиниринга Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: kalyazina_se@spbstu.ru</p>	<p>S.E. KALYAZINA Senior Lecturer, Higher School of Business Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: kalyazina_se@spbstu.ru</p>
<p>СУНЬ ЛИНАНЬ доцент Института физики Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: sunlinan666666@163.com</p>	<p>SUN LINAN Associate Professor, Institute of Physics, Heihe University, Heihe (China) E-mail: sunlinan666666@163.com</p>
<p>ЧЖАН ФУЦЗЮЙ старший преподаватель Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 84283468@qq.com</p>	<p>ZHANG FUZZU Senior Lecturer, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 84283468@qq.com</p>
<p>ЛИ ШАНЬ профессор Института физики Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 857839882@qq.com</p>	<p>LI SHAN Professor, Institute of Physics, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 857839882@qq.com</p>
<p>А.А. АГАПОВ-ИВАНОВ аспирант Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: agap51@icloud.com</p>	<p>A.A. AGAPOV-IVANOV Postgraduate Student, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: agap51@icloud.com</p>
<p>В.В. АСАУЛ доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики строительства и жилищно-коммунального хозяйства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: es@spbgasu.ru</p>	<p>V.V. ASAUL Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Construction Economics and Housing and Public Utilities, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg E-mail: es@spbgasu.ru</p>
<p>Е.И. РЫБНОВ доктор экономических наук, профессор, ректор Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: rector@spbgasu.ru</p>	<p>E.I. RYBNOV Doctor of Economics, Professor, Rector of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg E-mail: rector@spbgasu.ru</p>

<p>А.А. БЕЛЯЕВА аспирант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: angelina11.07@mail.ru</p>	<p>A.A. BELYAEVA Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg E-mail: angelina11.07@mail.ru</p>
<p>А.В. КОМАРОВ аспирант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: avkkomarov@yandex.ru</p>	<p>A.V. KOMAROV Postgraduate Student, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg E-mail: avkkomarov@yandex.ru</p>
<p>В.С. БУРЫЛОВ кандидат экономических наук, заместитель декана факультета среднего профессионального образования Северо-Западного института управления – филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы, г. Санкт-Петербург E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>	<p>V.S. BURYLOV Candidate of Science (Economics), Deputy Dean of the Faculty of Secondary Vocational Education, North-West Institute of Management – Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, St. Petersburg E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>
<p>С.С. ДЫМНЫЙ кандидат экономических наук, доцент кафедры проектного менеджмента и управления качеством Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>	<p>S.S. DYMNY Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Project Management and Quality Management, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>
<p>М.И. КИРСАНОВА кандидат экономических наук, ассистент кафедры проектного менеджмента и управления качеством Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>	<p>M.I. KIRSANOVA Candidate of Science (Economics), Assistant, Department of Project Management and Quality Management, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>
<p>Э.Э. МАМЕДОВ доктор экономических наук, доцент кафедры проектного менеджмента и управления качеством Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>	<p>E.E. MAMEDOV Doctor of Economics, Associate Professor, Department of Project Management and Quality Management, Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg E-mail: Masha.kirsanova.00@bk.ru</p>
<p>А.А. ЗАЛЯЛИЕВ аспирант Казанского кооперативного института (филиала) Российского университета кооперации, г. Казань E-mail: zalyaliev2000@bk.ru</p>	<p>A.A. ZALYALIEV Postgraduate Student, Kazan Cooperative Institute (Branch) of the Russian University of Cooperation, Kazan E-mail: zalyaliev2000@bk.ru</p>

Э.В. БАРДАСОВА

доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления Казанского кооперативного института (филиала) Российского университета кооперации, г. Казань

E-mail: eleonora.bardasova@yandex.ru

E.V. BARDASOVA

Doctor of Economics, Professor, Department of Economics and Management, Kazan Cooperative Institute (Branch) of the Russian University of Cooperation, Kazan

E-mail: eleonora.bardasova@yandex.ru

Е.А. КИРИЛЛОВА

доктор экономических наук, профессор кафедры информационных технологий в экономике и управлении филиала Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Смоленск

E-mail: kirillova.el.al@yandex.ru

E.A. KIRILLOVA

Doctor of Economics, Professor, Department of Information Technologies in Economics and Management, Branch of National Research University "MPEI", Smolensk

E-mail: kirillova.el.al@yandex.ru

К.П. КОЛОТЫРИН

доктор экономических наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешне-экономической деятельности в агропромышленном комплексе Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

E-mail: kpk75@mail.ru

K.P. KOLOTYRIN

Doctor of Economics, Professor, Department of Project Management and Foreign Economic Activity in the Agro-Industrial Complex, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

E-mail: kpk75@mail.ru

К.А. ПЕТРОВ

кандидат экономических наук, доцент кафедры проектного менеджмента и внешне-экономической деятельности в агропромышленном комплексе Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

E-mail: konpetrov@yandex.ru

K.A. PETROV

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Project Management and Foreign Economic Activity in the Agro-Industrial Complex, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

E-mail: konpetrov@yandex.ru

Е.В. БОРОДАСТОВА

старший преподаватель кафедры экономики агропромышленного комплекса Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

E-mail: borek23@mail.ru

E.V. BORODASTOVA

Senior Lecturer, Department of Economics of the Agro-Industrial Complex, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

E-mail: borek23@mail.ru

А.А. КУЗНЕЦОВ

кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва

E-mail: kuznetsovaaa@bmstu.ru

A.A. KUZNETSOV

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow

E-mail: kuznetsovaaa@bmstu.ru

<p>Д.А. КОМАРОВ студент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: geskit4us@gmail.com</p>	<p>D.A. KOMAROV Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: geskit4us@gmail.com</p>
<p>В.А. ПОГОНЫШЕВ доктор технических наук, профессор кафедры автоматизи, физики и математики Брянского государственного аграрного университета, г. Брянск E-mail: pog@bgsha.com</p>	<p>V.A. POGONYSHEV Doctor of Engineering, Professor, Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University, Bryansk E-mail: pog@bgsha.com</p>
<p>Д.А. ПОГОНЫШЕВА кандидат экономических наук, доцент, доктор педагогических наук, профессор кафедры информатики, информационных систем и технологий Брянского государственного аграрного университета, г. Брянск E-mail: dpogonysheva32@mail.ru</p>	<p>D.A. POGONYSHEVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor; Doctor of Education, Professor, Department of Informatics, Information Systems and Technologies of the Bryansk State Agrarian University, Bryansk E-mail: dpogonysheva32@mail.ru</p>
<p>Ю.Е. СЕМЕНОВА кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>	<p>YU.E. SEMENOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Head of Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>
<p>А.А. КУРОЧКИНА доктор экономических наук, профессор Высшей школы сервиса и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>	<p>A.A. KUROCHKINA Doctor of Economics, Professor, Higher School of Service and Trade of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>
<p>Е.Н. ОСТРОВСКАЯ кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>	<p>E.N. OSTROVSKAYA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>
<p>А.Ю. ПАНОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>	<p>A.YU. PANOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: semenjulia69@mail.ru</p>

<p>ЮЙ ЦЗИНЬХУН магистрант Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 306585698@qq.com</p>	<p>YU JINHONG Master's Student, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 306585698@qq.com</p>
<p>ВАН ЯНЬ кандидат экономических наук Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 75561634@qq.com</p>	<p>WANG YAN Candidate of Science (Economics), Heihe University, Heihe (China) E-mail: 75561634@qq.com</p>
<p>Я.В. ХОМЕНКО кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, г. Екатеринбург E-mail: Yanavh@mail.ru</p>	<p>YA.V. KHOMENKO Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Transport Economics, Ural State Transport University, Yekaterinburg E-mail: Yanavh@mail.ru</p>
<p>Р.Ю. АЛЫМОВ академический директор факультета игровой индустрии и киберспорта Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва E-mail: Alimovroman3010@gmail.com</p>	<p>R.YU. ALYMOV Academic Director of the Faculty of Gaming Industry and Cybersport, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: Alimovroman3010@gmail.com</p>
<p>В.А. БЕРЕСНЕВА аспирант Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва E-mail: vika.beresnewa@mail.ru</p>	<p>V.A. BERESNEVA Postgraduate Student, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: vika.beresnewa@mail.ru</p>
<p>Е.Н. СКАРЖИНСКАЯ кандидат педагогических наук, заведующий кафедры киберспорта Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва E-mail: skar_e@mail.ru</p>	<p>E.N. SKARZHINSKAYA Candidate of Science (Pedagogy), Head of Department of Cybersport, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: skar_e@mail.ru</p>
<p>Т.В. НАТАЛЬИНА кандидат экономических наук, доцент кафедры корпоративного управления и финансов Новосибирского государственного университета экономики управления «НИИХ», г. Новосибирск E-mail: t.v.nataljina@edu.nsuem.ru</p>	<p>T.V. NATALINA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Corporate Management and Finance of the Novosibirsk State University of Economics and Management "NINH", Novosibirsk E-mail: t.v.nataljina@edu.nsuem.ru</p>

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 12(162) 2024
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.12.2024 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 32,79. Уч.-изд. л. 15,79.
Тираж 1000 экз.